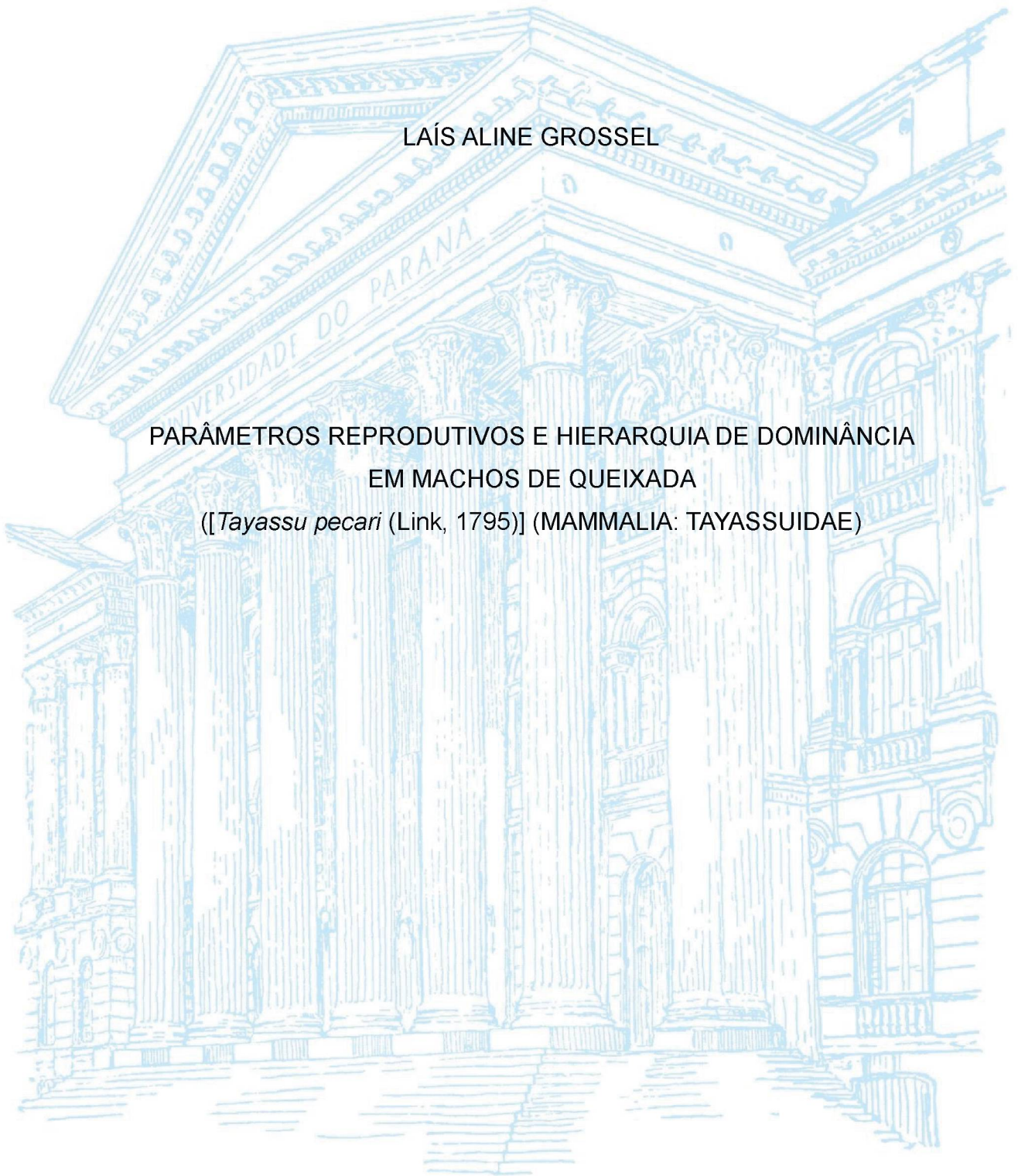


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LAÍS ALINE GROSSEL

PARÂMETROS REPRODUTIVOS E HIERARQUIA DE DOMINÂNCIA
EM MACHOS DE QUEIXADA

(*Tayassu pecari* (Link, 1795)) (MAMMALIA: TAYASSUIDAE)



CURITIBA

2019

LAÍS ALINE GROSSEL

PARÂMETROS REPRODUTIVOS E HIERARQUIA DE DOMINÂNCIA
EM MACHOS DE QUEIXADA

([*Tayassu pecari* (Link, 1795)] (MAMMALIA: TAYASSUIDAE))

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Ciências Biológicas - Zoologia, no Curso de Pós-Graduação em Zoologia, Setor de Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Emygdio Leite de Araujo
Monteiro-Filho

CURITIBA

2019

Universidade Federal do Paraná
Sistema de Bibliotecas
(Giana Mara Seniski Silva – CRB/9 1406)

Grossel, Laís Aline

Parâmetros reprodutivos e hierarquia de dominância em machos de queixada ([*Tayassu pecari* (Link, 1795)] (Mammalia: Tayassuidae)). / Laís Aline Grossel. – Curitiba, 2019.

71 p.: il.

Orientador: Emygdio Leite de Araujo Monteiro-Filho

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Zoologia.

1. Mamífero - Reprodução 2. Artiodáctilos 3. Interação social I. Título II. Monteiro-Filho, Emygdio Leite de Araujo III. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Zoologia.

CDD (20. ed.) 591.16



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ZOOLOGIA -
40001016008P4

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ZOOLOGIA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **LAÍS ALINE GROSSEL** intitulada: **PARÂMETROS REPRODUTIVOS E HIERARQUIA DE DOMINÂNCIA EM MACHOS DE QUEIXADA** ([Tayassu pecari (Link, 1795)] (MAMMALIA: TAYASSUIDAE), após terem inquirido a aluna e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua aprovação no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 20 de Fevereiro de 2019.


EMYDIO LEITE DE ARAÚJO MONTEIRO FILHO
Presidente da Banca Examinadora (UFPR)


CRISTIANO SCHETINI DE AZEVEDO
Avaliador Externo (UFOP)


ROBERTO FUSCO COSTA
Avaliador Externo (IPEC)

Dedico este trabalho a todos que abdicam de parte de suas vidas pessoais para trabalhar em prol da conservação da biodiversidade, ainda que esta também seja uma forma de trabalharem em prol de si mesmos e de toda a sociedade humana.

Agradecimentos

Dois anos se passaram e o trabalho foi feito. Ufa! Parecia que não ia dar tempo.

Apesar de todos os percalços, no fim, estou podendo escrever esta seção.

Deus foi muito bondoso comigo, tendo possibilitado que eu vivesse este período e aprendesse com erros e acertos, o que me fez uma pessoa mais forte, responsável, madura e leve com a vida. Já o Universo me permitiu encontros e desencontros com pessoas que, juntamente comigo, fizeram este trabalho.

Desta forma, agradeço:

À minha família; pela compreensão, paciência e força nos meus piores momentos, mas também pela alegria compartilhada nos mais bonitos.

Ao meu orientador, Prof. Emygdio; por todos os ensinamentos e entusiasmo com que trabalha a favor da biodiversidade e conservação, o que sempre me inspirou.

Ao Prof. Nei Moreira; por toda a paciência, serenidade e prontidão enquanto foi meu orientador e pelos ensinamentos e auxílio durante o projeto piloto.

Aos meus colegas de orientação, os “Filhos do Prof. Nei”; pelas trocas de experiência e conhecimento, mas principalmente à Bruna, minha tutora-veterinária-amiga, pela presença constante em coletas e discussão de dados. Aos colegas do Laboratório de Biologia e Ecologia de Vertebrados, em especial Matheus, pela ajuda com os *scripts* do R.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zoologia e todo o Departamento de Zoologia; coordenação, professores, secretários (Vanessa, Douglas e Fabiane) e demais funcionários, pela boa convivência.

Aos meus colegas de Pós-Graduação; por dividirem comigo o desespero dos prazos e a ansiedade com as notas, mas também por todas as trocas de risadas, brincadeiras e palavras de incentivo (e cervejas!).

Às pessoas que, de colegas passaram a ser grandes amigos: Raquel, pelas conversas sobre tudo, especialmente sobre a vida; Daliana, por todo o apoio nas coletas, almoços no RU e caronas pra casa; Joyce, pela amizade sincera e chás durante longas conversas; Fran, Bruna e Geissy pela companhia nos lanches e risadas; André e Roger, pelas conversas nas idas até a cantina; Leo, por toda a ajuda nas coletas e estatística, e Elvira por aceitar dividir apartamento comigo e aguentar minhas manias.

À equipe do Zoológico de Cascavel - PR; veterinários Ilair Dettoni e Rodrigo Neca Ribeiro, estagiárias e tratadores, e Profa. Christiane Garcia Vilela, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste, pelo auxílio durante o projeto piloto.

À equipe do Zoológico Municipal de Curitiba – PR, veterinários Manoel Lucas Javorouski, Marcelo Bonat e Oneida Lacerda, bióloga Nancy Banevicius, estagiárias, tratadores e demais funcionários, pelo auxílio, apoio e bom-humor durante as coletas.

À equipe de anestesia; Professores Juan Carlos Duque Moreno e Rogério Ribas Lange, Rafaela Galante e residentes do setor de Agrárias - UFPR, pelo comprometimento com os animais e trabalho primoroso.

Às veterinárias Ana Claudia Abreu e Eduarda Busato, setor de Agrárias – UFPR; por terem me ensinado os primeiros conceitos de Reprodução Animal, e ao Prof. Romildo Weiss, pelo empréstimo de materiais de seu laboratório para as coletas.

À equipe do Laboratório de Andrologia, da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo; especialmente Prof. Marcilio Nichi e doutoranda Giulia Kiyomi Vechiato Kawai, pelo acolhimento em seu laboratório, ensinamentos, envio de materiais e paciência e prontidão com minhas dificuldades e questionamentos.

Ao Prof. Anderson Martino Andrade, do Laboratório de Fisiologia Endócrina e Reprodutiva Animal, da UFPR, por ceder seu laboratório e materiais, e à Profa. Katherinne Maria Spercoski, pela dosagem de testosterona das amostras de sangue e auxílio com a discussão de dados.

À Profa. Carolina Arruda de Oliveira Freire, do Laboratório de Fisiologia Comparativa da Osmorregulação, da UFPR; por ceder materiais e reagentes para o preparo de soluções, além do armazenamento das amostras de sangue.

Às pessoas que se mostraram dispostas a colaborar em algum momento do trabalho, com conversas e conselhos, especialmente Renan Luiz Albuquerque Vieira, da Universidade Estadual de Santa Cruz – BA; Ana Liza Paz Souza, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – RN; Mariana Torres, da USP Pirassununga – SP, e aos técnicos Fernanda Cripa, do Laboratório de Fisiologia Animal da UFPR campus Palotina e Arquimedes Paixão de Santana Filho, do Departamento de Bioquímica da UFPR, fundamentais na aquisição e organização de materiais para as coletas.

À Carolina Fernandes, pela revisão cuidadosa dos *abstracts*.

À banca, Prof. Cristiano Schetini de Azevedo, da Universidade Federal de Ouro Preto – MG, e Dr. Roberto Fusco Costa, do Instituto de Pesquisas Cananéia - IPEC, pela gentileza com que aceitaram contribuir para este trabalho.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa.

A todos que, de alguma forma ou em algum momento contribuíram para este trabalho e me fizeram acreditar, apesar dos ventos contrários, que quando várias pessoas se unem para trabalhar em prol de uma causa que visa beneficiar a outrem, tudo sempre termina bem.

Isto é Ciência. Graças a vocês eu ainda acredito e quero fazer Ciência no Brasil.

E por fim aos queixadas, que aprendi a respeitar e amar.

Obrigada!

*I'm looking to the sky to save me
Looking for a sign of life
Looking for something to help me burn out bright
Make my way back home when I learn to fly high.*

Learn to fly, Foo Fighters

RESUMO

O queixada [*Tayassu pecari* (Link, 1795)] é uma espécie que vive em bandos coesos, organizados em sistemas hierárquicos e que se deslocam pelo ambiente de acordo com condições ambientais, tais como recursos alimentares e hídricos. A disponibilidade de alimento em períodos anuais específicos ou durante todo o ano influencia na reprodução das populações ao longo de sua área de distribuição. Estas variações ambientais podem ser expressas em variações nos organismos, especialmente devido a ação de hormônios sexuais, atuantes em aspectos da reprodução e comportamento social. Assim, este trabalho teve como objetivos verificar indícios de possível sazonalidade por meio de variações em parâmetros físico e endócrino em machos de queixada e avaliar se atributos prévios seriam correlatos ao status social no sistema hierárquico, após compreender a dinâmica social e reestruturação hierárquica do grupo através de redes sociais. Foram realizadas coletas estacionais de sêmen, sangue para dosagem de testosterona e dados de biometria testicular e morfometria de um grupo de sete machos de queixada do Zoológico Municipal de Curitiba – PR. Mensalmente os animais também foram observados e registradas interações amigáveis e agonísticas, convertidas em índices para avaliação da hierarquia e plotagem de redes sociais. Os procedimentos analíticos foram realizados nos *softwares* Sigma, R e Ucinet. O volume testicular e concentração de testosterona não exibiram variação significativa entre estações, nestas condições experimentais ($F = 1,72$; $p = 0,22$ e $F = 2,72$; $p = 0,12$, respectivamente). O óbito do indivíduo α (#180) fez com que a hierarquia, até então linear e estável, exibisse grande reorganização. O indivíduo β (#837) não ocupou naturalmente o posto de α , mas vários indivíduos passaram a pleitear posições de maior status, o que manteve o sistema instável até a ascensão gradual de um novo dominante (#101), que passou a estar diretamente envolvido na maior parte das interações tanto amigáveis quanto agonísticas. Atributos prévios como peso e volume testicular estiveram correlacionados com o status dos indivíduos em períodos específicos, bem como a testosterona no período de reestruturação hierárquica. Portanto, nestas condições experimentais não foram obtidos indícios de sazonalidade, o que pode ser resultado de variações individuais e não um padrão biológico da espécie. Devido às características ambientais da área de estudo, pluviosidade anual homogênea e ausência de estação seca definida, diferentes machos poderiam se reproduzir ao longo de todo o ano, reforçando a descrição do sistema de acasalamento promíscuo da espécie e aumentando a variabilidade genética do grupo. Ainda que correlacionados em períodos específicos, apenas os atributos prévios não poderiam explicar a complexidade da formação e reestruturação da rede. Isto porque, em períodos de instabilidade, os animais possuíam condições mais igualitárias de pleitear postos de maior status na hierarquia, não significando que os indivíduos diretamente abaixo do α poderiam assumir naturalmente estas posições.

Palavras-chave: Reprodução. Atributos prévios. Interações sociais.

ABSTRACT

The white-lipped peccary [*Tayassu pecari* (Link, 1795)] is a species that lives in cohesive groups, organized in hierarchical systems and moving through the environment according to environmental conditions such as food and water resources. The availability of food in specific annual periods or throughout the year influences in the reproduction of populations throughout their range. These environmental variations can be expressed in variations in the organisms, especially due to the action of sexual hormones, acting on reproduction aspects and social behavior. Thus, this work had as objectives verify evidences of possible seasonality by means of variations in physical and endocrine parameters in white-lipped peccary males and to evaluate if previous attributes would be correlated to social status in the hierarchical system, after understanding the social dynamics and hierarchical restructuring of the group through social networks. Samples of semen, blood for testosterone dosage, and testicular biometrics and morphometry data were collected from a group of seven white-lipped peccary males from the Municipal Zoo of Curitiba - PR. Monthly the animals were also observed and recorded friendly and agonistic interactions, converted into indexes for hierarchy evaluation and plotting of social networks. The analytical procedures were performed in Sigma, R and Ucinet software. Testicular volume and testosterone concentration did not show significant variation between stations in these experimental conditions ($F = 1.72$, $p = 0.22$ and $F = 2.72$, $p = 0.12$, respectively). The death of the individual α (#180) caused the hierarchy, until then linear and stable, to show a great reorganization. The individual β (#837) did not occupy the position of α naturally, but several individuals started to claim positions of higher status, which kept the system unstable until a new dominant (#101) gradually emerged, which became directly involved in most of the interactions both friendly and agonistic. Previous attributes such as weight and testicular volume were correlated with the status of individuals at specific periods, as well as testosterone in the period of hierarchical restructuring. Therefore, under these experimental conditions no evidence of seasonality was obtained, which may be the result of individual variations and not a biological pattern of the species. Due to the environmental characteristics of the study area, annual homogeneous rainfall and absence of defined dry season, different males could reproduce throughout the year, reinforcing the description of the promiscuous mating system of the species and increasing the genetic variability of the wild group. Although correlated in specific periods, the previous attributes could not explain the complexity of the formation and restructuring of the network. This because, in periods of instability, the animals had more egalitarian conditions to plead positions of higher status in the hierarchy, not meaning that individuals directly below α could assume these positions naturally.

Key words: Reproduction. Previous attributes. Social interactions.

SUMÁRIO

PRÓLOGO	11
REFERÊNCIAS	15
CAPÍTULO I	18
RESUMO.....	19
ABSTRACT	20
1. INTRODUÇÃO	21
2. MATERIAL E MÉTODOS	22
2.1 Espécie alvo	23
2.2 Projeto Piloto	24
2.3 Coletas estacionais	26
2.4 Procedimento analítico	28
3. RESULTADOS	29
3.1. Projeto Piloto	29
3.2 Coletas estacionais	30
4. DISCUSSÃO	33
5. CONCLUSÃO.....	36
REFERÊNCIAS.....	37
CAPÍTULO II	40
RESUMO.....	41
ABSTRACT	42
1. INTRODUÇÃO	43
2. MATERIAL E MÉTODOS	45
2.1 Coleta de dados	45
2.2 Análise dos dados	47
3. RESULTADOS	49
4. DISCUSSÃO	59
5. CONCLUSÃO.....	63
REFERÊNCIAS.....	65
SÍNTESE DOS RESULTADOS	69

PRÓLOGO

Tayassu pecari (Link, 1795), pertencente à ordem Artiodactyla e família Tayassuidae, é uma espécie que vive em bandos coesos de 50 a 200 indivíduos (Kiltie; Terborgh, 1983) em habitats variados, desde florestas tropicais úmidas (Mayer; Brandt, 1982) a florestas áridas (Gottdenker; Bodmer, 1998). Deslocam-se sazonalmente e intensamente, mas de forma não aleatória entre diferentes regiões, de acordo com condições ambientais chave, tais como disponibilidade de recursos alimentares e hídricos (Beck et al., 2017).

A espécie apresentava-se distribuída ao longo da Região Neotropical (Beck et al., 2017), mas nos últimos 100 anos tem sofrido extinções em pelo menos 21% desta área e exibe populações reduzidas e baixas estimativas de sobrevivência em longo prazo em 48% desta distribuição original (Altrichter et al., 2011; Beck et al., 2017).

O tempo de gestação é de aproximadamente cinco meses variando entre 152-162 dias (Roots, 1966; Frädrich, 1995; Margarido, 2001; Altrichter et al., 2001; Santos et al., 2006), com média de dois filhotes por ninhada (Mayer e Brandt, 1982; Roots, 1966; Sonner et al., 2004; Santos et al., 2006). Geralmente as fêmeas tem uma ninhada por ano e intervalo parto-concepção estimado em 250 dias para animais em vida livre (Gottdenker e Bodmer, 1998; Margarido, 2001; Mayor et al., 2009).

A razão sexual dos fetos não difere da razão 1:1 descrita no nascimento (Jácomo, 2004), mas em bandos adultos ela passa a ser significativamente maior para as fêmeas, com registros de razões sexuais de 1,8:1 (Fragoso, 1994; Altrichter et al. 2001), 1,99:1 (Jácomo, 2004) e 2,7:1 (Margarido, 2001). Isto parece ocorrer devido à posição posterior dos machos nos bandos, estando mais suscetíveis à caça, enquanto fêmeas e jovens fogem, às disputas entre machos pelas fêmeas (Altrichter et al. 2001) e exclusão de machos subordinados e doentes dos bandos (Jácomo, 2004), evidenciando hierarquias bem estabelecidas (Margarido, 2001).

A taxa de ovulação (número de folículos ovulados por fêmea ovulando) e tamanho da ninhada são menores em queixadas quando comparados com os catetos (*Pecari tajacu*), pertencentes à mesma família. Isto se deve à variação na produtividade de acordo com a massa corpórea das fêmeas, onde espécies maiores como os queixadas apresentam menor produtividade. Aliado a isso, a estrutura social, tamanho do grupo e cuidado parental também podem ter influência sobre a diferença observada na produtividade das espécies (Gottdenker e Bodmer, 1998; Margarido,

2001), bem como vulnerabilidade a qual as fêmeas prenhes e principalmente nas fases finais da gestação ficam expostas, quando o aumento no seu peso limita as possibilidades de fuga de predadores (Mayor et al., 2009).

Apesar do sistema de acasalamento ter sido descrito inicialmente como poliginia, recentemente, utilizando marcadores moleculares de microsatélite e testes de paternidade, Leite et al. (2018) observaram que o acasalamento da espécie está em conformidade com um sistema promíscuo, visto que machos e fêmeas exibem prole com mais de um parceiro. O fato de a razão sexual na idade adulta ser enviesada em favor das fêmeas (Fragoso, 1994; Altrichter et al. 2001; Margarido, 2001; Jácomo, 2004) diminui a competição entre machos. Em contrapartida, o grande número de fêmeas favorece disputas entre elas por recursos e a existência de caninos longos auxilia nos confrontos agonísticos (Leite et al., 2018). Assim, a seleção natural atua não somente sobre machos como também sobre fêmeas, sendo que aliado à ausência de dimorfismo sexual evidenciam tal sistema promíscuo, encontrado também em catetos (Leite et al., 2018).

As principais ameaças ao queixada são a caça (Reyna-Hurtado et al., 2009), incluindo excedentes na caça de subsistência, degradação e fragmentação excessiva de habitats e zoonoses como resultado do contato com animais domésticos, especialmente o gado (Altrichter et al., 2011; Keuroghlian et al., 2012; Beck et al., 2017). Entretanto, a principal dificuldade no que concerne à conservação da espécie é a escassez de conhecimento básico da biologia, ecologia e comportamento das populações (March, 1993), sendo agravada pelo fato das áreas onde vivem serem grandes e algumas populações bastante remotas, associada à falta de capacitação técnica e apoio governamental em pesquisas de longo prazo (Altrichter et al., 2011).

Neste ponto, a existência de animais em cativeiro tem sido de extrema relevância para que observações a respeito de aspectos biológicos de espécies com difícil acesso em vida livre possam ser feitas, tais como características do ciclo estral das fêmeas e acompanhamento da gestação e nascimento dos filhotes (Sonner et al., 2004).

Como parte de estudos que devem ser efetuados com urgência está o conhecimento de padrões temporais de reprodução, que fazem parte da história natural das espécies (Gottdenker; Bodmer, 1998). De acordo com a disponibilidade de alimento no ambiente, o que é diretamente influenciada por variáveis ambientais, as espécies podem exibir períodos específicos de acasalamento e sincronizar o

nascimento dos filhotes em tempos de abundância de recursos, de forma a maximizar as chances de sobrevivência da prole (Bronson et al., 2009). Queixadas utilizam este tipo de estratégia em regiões geográficas onde estações seca e chuvosa são bem definidas, como na América Central (Altrichter et al., 2001), mas podem se reproduzir ao longo de todo o ano em áreas com pluviosidade constante, como na Amazônia Peruana (Gottdenker e Bodmer, 1998; Mayor et al., 2009). A habilidade em se apresentar apto para reprodução em períodos específicos pode ser desencadeada por mudanças no fotoperíodo (Bronson et al., 2009).

Muitas destas variações fisiológicas nos organismos podem ser expressas no repertório comportamental sexual exibido durante os períodos de reprodução, especialmente devido a ação de hormônios sexuais. Por esta razão, a observação dos comportamentos exibidos é uma ferramenta que permite uma melhor compreensão de resultados endócrinos obtidos (Pereira, 2007), como na identificação da receptividade sexual das fêmeas (Dutertre et al., 2001; Silva et al., 2016) e mesmo relações entre reprodução e comportamento social (Pereira, 2007; Tennenhouse et al., 2017). Ainda, observações comportamentais em zoológico fornecem conhecimento sobre a estrutura social da espécie, pois sugerem que as fêmeas de queixadas apresentam hierarquia linear e que um macho não ocupa o posto mais alto de forma espontânea, mas que deve defender seu status dentro do sistema hierárquico (Frädrich, 1995).

As relações de hierarquia em grupos sociais podem ser construídas a partir de 1) um processo de auto-organização, envolvendo um mecanismo de reforço duplo onde indivíduos vencedores dos confrontos tendem a vencer os confrontos subsequentes e perdedores tendem a perdê-los; e 2) um modelo de correlação com diferenças pré-existentes entre os indivíduos consolidando sua posição hierárquica (Bonabeau et al., 1999).

Em ambas as hipóteses os indivíduos são caracterizados por uma força F , que reflete aspectos fisiológicos, tais como atividade endócrina (Bonabeau et al., 1999). Contudo, na hipótese (1) estas forças são aproximadamente iguais entre os indivíduos, então ambos possuem mais ou menos a mesma probabilidade de vencer o primeiro confronto, enquanto em (2) as forças iniciais são diferentes entre os indivíduos, como resultado de genótipos diversos (Bonabeau et al., 1999). As diferenças individuais entre os membros do grupo, tais como força, resistência, peso e idade, podem influenciar as relações entre cada díade, mantendo-as estáveis por

um longo tempo e apresentando correlação com comportamentos e resultados previsíveis nos conflitos (Van der Borg et al., 2015).

No Zoológico Municipal de Curitiba (PR), o plantel de queixadas é composto de sete machos adultos, com idade entre cinco e nove anos.

O Estado do Paraná apresenta clima temperado, verão ameno, chuvas distribuídas de forma homogênea e sem estação seca definida (IAPAR, 2018). Portanto, é imprescindível compreender a fisiologia endócrina da espécie, em especial seus aspectos reprodutivos e comportamentais, que podem ou não apresentar sazonalidade com base nas características ambientais desta região. Da mesma forma, atributos físicos específicos, tais como volume testicular (Johnston et al., 1994; Teodoro et al., 2012) conhecidamente variam ao longo do ano, mediados pela ação de androgênios.

Desta forma me proponho a responder as seguintes questões: Até que ponto estas características físicas e endócrinas podem predizer o status individual e posição hierárquica nos sistemas sociais? Como as interações entre indivíduos promovem um processo dinâmico e contribuem para a reorganização das hierarquias frente a eventos que tendem a desestabilizá-las?

Portanto, este trabalho teve como objetivos principais verificar uma possível sazonalidade reprodutiva da espécie por meio de variações em parâmetros físico e endócrino e se estes atributos prévios seriam correlatos ao status dos indivíduos dentro de um sistema hierárquico complexo. Ainda, compreender a dinâmica social do grupo e sua reestruturação hierárquica diante de eventos de supressão de indivíduos, que podem ocorrer com frequência na natureza.

Assim, esta dissertação contará com dois capítulos. No primeiro serão abordados aspectos morfológicos e hormonais associados à reprodução e, no segundo capítulo, uma avaliação sobre a organização social e hierárquica de machos de queixada cativos.

REFERÊNCIAS

- ALTRICHTER, M.; DREWS, C.; CARRILHO, E.; SÁENZ, J. Sex ratio and breeding of White-lipped peccaries *Tayassu pecari* (Artiodactyla: Tayassuidae) in a Costa Rican rain forest. **Revista de Biologia Tropical** 49(1), p. 383-389, 2001.
- ALTRICHTER, M.; TABER, A.; BECK, H.; LIZARRAGA, R. R. L.; KEUROGHLIAN, A.; SANDERSON, E. W. Range-wide declines of a key Neotropical ecosystem architect, the near threatened white-lipped peccary *Tayassu pecari*. **Oryx** 46(1), p. 87-98, 2011. DOI:10.1017/S0030605311000421.
- BECK, H.; KEUROGHLIAN, A.; REYNA-HURTADO, R.; ALTRICHTER, M.; GONGORA, J. White-lipped peccary *Tayassu pecari* (Link, 1795). In: **Ecology, Conservation and Management of Wild Pigs and Peccaries**, p. 265-276, Cambridge University Press, Reino Unido, 2017.
- BONABEAU, E.; THERAULAZ, G.; DENEUBOURG, J. Dominance orders in animal societies: the self-organization hypothesis revisited. **Bulletin of Mathematical Biology** 61, p. 727-757, 1999.
- BRONSON, F. H. Climate change and seasonal reproduction in mammals. **Phil. Trans. R. Soc. B.** 364, p. 3331-3340, 2009. DOI:10.1098/rstb.2009.0140.
- DUTERTRE, C.; DUBOST, G.; FEER, G.; HENRY, O.; MAUGET, R.; Behaviours of collared and white-lipped peccaries (*Tayassu tajacu* and *T. pecari*) in relation to sexual receptivity of the female. **Acta Theriologica** 46(3), p. 305-318, 2001.
- FRÄDRICH, H. Breeding the White-lipped peccary at Berlin Zoological Garden. **Int. Zoo Yb.**, 34, p. 217-221, 1995.
- FRAGOSO, J. M. V. **Large mammals and the community dynamics of an Amazonian rain forest**. Dissertation – University of Florida, 222 p., 1994.
- GOTTDENKER, N.; BODMER, R. E. Reproduction and productivity of White-lipped and collared peccaries in the Peruvian Amazon. **Journal of Zoology** 245, p. 423-430, 1998. DOI: 10.1017/S095283699800805X.
- IAPAR, Cartas Climáticas do Paraná. Disponível em <<http://www.iapar.br/pagina-863.html>>. Acesso em 23 dez. 2018.
- JÁCOMO, A. T. A. **Ecologia, manejo e conservação do queixada *Tayassu pecari* no Parque Nacional das Emas e em propriedades rurais de seu entorno**. Tese – Programa de Pós-graduação em Biologia Animal, Universidade de Brasília, 120 p. 2004.
- JOHNSTON, L. A.; ARMSTRONG, D. L.; BROWN, J. L. Seasonal effects on seminal and endocrine traits in the captive snow leopard (*Panthera uncia*). **Journal of Reproduction and Fertility** 102, p. 229-236, 1994.

KEUROGHLIAN, A.; DESBIEZ, A. L. J.; BEISIEGEL, B. M.; MEDICI, E. P.; GATTI, A.; PONTES, A. R. M.; CAMPOS, C. B.; TÓFOLI, C. F.; JUNIOR, E. A. M.; AZEVEDO, F. C.; PINHO, G. M.; CORDEIRO, J. L. P.; JÚNIOR, T. S. S.; MORAIS, A. A.; MANGINI, P. R.; FLESHER, K.; RODRIGUES, L. F.; ALMEIDA, L. B. Avaliação do risco de extinção do queixada *Tayassu pecari* Link, 1795, no Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, ano II, n. 1, p. 3-11, 2012.

KILTIE, R. A.; TERBORGH, J. Observations on the behavior of rain forest peccaries in Peru: Why do white-lipped peccaries form herds? **Z. Tierpsychol.** 62, p. 241-255, 1983.

LEITE, D. A.; KEUROGHLIAN, A.; RUFO, D. A.; MIYAKI, C. Y.; BIONDO, C. Genetic evidence of promiscuity in a mammal without apparent sexual dimorphism, the white-lipped peccary (*Tayassu pecari*). **Mammalian Biology** 92, p. 111-114, 2018. DOI: 10.1016/j.mambio.2018.05.005.

MARCH, I. The White-lipped peccary (*Tayassu pecari*). In **Pigs, Peccaries, and Hippos: Status survey and conservation action plan**, p. 13-22. IUCN, Suíça, 1993.

MARGARIDO, T. C. C. **Aspectos da história natural de *Tayassu pecari* (Link, 1795) (Artiodactyla, Tayassuidae) no estado do Paraná, sul do Brasil.** 2001, 118 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-graduação em Zoologia, Curitiba, 2001.

MAYER, J. J.; BRANDT, P. N. Identity, distribution and natural history of the peccaries, Tayassuidae. In: MARES, M. A.; GENOWAYS, H. H. **Mammalian Biology in South America.** Special Publication Series Pymatuning Laboratory of Ecology, University of Pittsburgh, Pennsylvania, 1982.

MAYOR, P.; BODMER, R. E.; LOPEZ-BEJAR, M. Reproductive performance of the wild White-lipped peccary (*Tayassu pecari*) female in the Peruvian Amazon. **Eur J Wildl Res** 55, p. 631-634, 2009. DOI: 10.1007/s10344-009-0312-1.

PEREIRA, R. J. G. Métodos não-invasivos para análises hormonais aplicadas aos estudos de ecologia e etologia. **Revista Brasileira de Zootecnia** 36, p. 71-76, 2007.

REYNA-HURTADO, R., CHAPMAN, N. C. A., TANNER, G. W. Hunting and the conservation of a social ungulate: the white-lipped peccary *Tayassu pecari* in Calakmul, Mexico. **Oryx** 44(1), p. 89-96, 2009. DOI: 10.1017/S0030605309990664.

ROOTS, C. G. Notes on the breeding of White-lipped peccaries *Tayassu albirostris* at Dudley Zoo. **Int. Zoo Yb.**, 6, p. 198-199, 1966.

SANTOS, T. C.; DANTZER, V.; JONES, C. J. P.; OLIVEIRA, M. F.; MIGLINO, M. A. Macroscopic and Microscopic Aspects of Collared Peccary and White-Lipped Peccary Placenta. **Placenta**, 27, p. 244-257, 2006.

SILVA, S. S. B.; GUIMARÃES, D. A.; BIONDO, C.; OHASHI, O. M.; ALBUQUERQUE, N. I.; VECCHIA, A. C. D.; MIYAKI, C. Y.; PENDU, Y. L. Dominance relationships

between collared peccaries *Pecari tajacu* (Cetartiodactyla: Tayassuidae) in intensive breeding system. **Applied Animal Behaviour Science** 184, p. 117-125, 2016.

SONNER, J. B.; MIGLINO, M. A.; SANTOS, T. C.; CARVALHAL, R.; NETO, A. C. A.; MOURA, C. E. B.; OLIVEIRA, M. F. Aspectos macroscópicos e morfométricos dos testículos em catetos e queixadas. **Biotropica**, v4, n2, p. 1-13, 2004.

TENNENHOUSE, E. M.; PUTMAN, S.; BOISSEAU, N. P.; BROWN, J. L. Relationships between steroid hormones in hair and social behaviour in ring-tailed lemurs (*Lemur catta*). **Primates** 58, p. 199-209, 2017. DOI: 10.1007/s10329-016-0566-7.

TEODORO, L. O.; MELO-JUNIOR, A. A.; SPERCOSKI, K. M.; MORAIS, R. N.; SOUZA, F. F. Seasonal aspects of reproductive physiology in captive male maned wolves. **Reproduction in domestic animals** 47, p. 250-255, 2012. DOI: 10.1111/rda.12071.

VAN DER BORG, J. A. M.; SCHILDER, M. B. H.; VINKE, C. M.; DE VRIES, H. Dominance in domestic dogs: A quantitative analysis of its behavioural measures. **Plos One** 10(8), p. 1-18, 2015. DOI: 10.1371/journal.pone.0133978.

CAPÍTULO I

**PARÂMETROS REPRODUTIVOS EM UM GRUPO
CATIVO DE MACHOS DE QUEIXADA NO SUL DO BRASIL
([*Tayassu pecari* (Link, 1795)] (MAMMALIA: TAYASSUIDAE))**

RESUMO

A reprodução é uma atividade que demanda reservas energéticas de ambos os sexos, mas garante a sobrevivência da espécie. De acordo com condições do ambiente, que influenciam na disponibilidade de alimento, as populações de queixadas podem sincronizar o acasalamento em períodos específicos ou se reproduzir ao longo de todo o ano. Assim, estas variações ambientais podem ser refletidas em variações física e endócrina, fornecendo indícios ou não de sazonalidade da espécie nesta região. Este capítulo teve como objetivos coletar e analisar a qualidade do sêmen e verificar variações estacionais no volume testicular e concentração de testosterona sérica de machos de queixada. Para atingir estes objetivos, foram realizadas capturas de sete machos de queixada no Zoológico Municipal de Curitiba em três estações do ano. Após anestesia dos animais, foi coletado sêmen através de eletroejaculação, dados de biometria testicular e variáveis morfométricas e amostras de sangue. O sêmen foi analisado imediatamente após a coleta enquanto o sangue foi mantido refrigerado para dosagem posterior de testosterona sérica através de Enzimoimunoensaio, sendo os procedimentos analíticos realizados no *software* Sigma. Foi obtido baixo sucesso (26,3%) na coleta de sêmen, mas os ejaculados apresentaram os níveis mínimos para refrigeração, quando considerados parâmetros para sêmen suíno. Os testículos exibiram simetria em todas as estações ($p > 0,05$), mas as variações entre estações no volume testicular e concentração de testosterona sérica, nestas condições experimentais, não foram significativas ($F = 1,72$; $p = 0,22$ e $F = 2,72$; $p = 0,12$, respectivamente). Assim, apesar do baixo sucesso na coleta seminal, a qualidade dos ejaculados seria suficiente para refrigeração. Não houve indícios de sazonalidade reprodutiva, estando os animais amostrados sob influência da área de estudo, caracterizada com pluviosidade mais ou menos constante e sem estação seca definida e com recursos disponíveis ao longo de todo o ano. Sob estas condições os animais podem se reproduzir de forma contínua, com diferentes machos responsáveis por manter a reprodução em diferentes períodos. Portanto, estes dados parecem evidenciar mais características individuais do que um padrão biológico e reforçam o sistema de acasalamento promíscuo descrito para a espécie.

Palavras-chave: Reprodução. Volume testicular. Testosterona.

ABSTRACT

Reproduction is an activity that demands energy reserves of both sexes, but guarantees the survival of the species. According to environmental conditions, which influence feed availability, white-lipped peccary populations may synchronize mating at specific times or reproduce throughout the year. Thus, these environmental variations can be reflected in physical and endocrine variations of them, providing indications or not of seasonality of the species in this region. The aim of this chapter was to collect and analyze the semen quality and to verify seasonal variations in testicular volume and serum testosterone concentration. In order to reach these objectives, seven male white-lipped peccary were captured in the Municipal Zoo of Curitiba in three seasons of the year. After anesthesia of the animals, were collected semen through electroejaculation, testicular biometry data and morphometric variables and blood samples. The semen was analyzed immediately after collection while the blood was kept refrigerated for subsequent dosing of serum testosterone through Enzymoimmunoassay, and the analytical procedures were performed in Sigma software. It was obtained low success (26.3%) in semen collection, but the ejaculates presented the minimum levels for cooling when considered parameters for swine semen. The testicles exhibited symmetry at all the seasons ($p > 0.05$), but the variations between seasons in testicular volume and serum testosterone concentration in these experimental conditions were not significant ($F = 1.72$, $p = 0.22$ and $F = 2.72$, $p = 0.12$, respectively). Thus, despite the low success in seminal collection, the quality of the ejaculates would be sufficient for refrigeration. There were no signs of reproductive seasonality, with the animals being sampled under the influence of the study area, characterized by more or less constant rainfall and with no defined dry season and with available resources throughout the year. Under these conditions the animals can reproduce continuously, with different males responsible for maintaining reproduction in different periods. Therefore, these data seem to evidence more individual characteristics than a biological standard and reinforce the promiscuous mating system described for the species.

Key words: Reproduction. Testicular volume. Testosterone.

1. INTRODUÇÃO

A reprodução é uma atividade extremamente custosa para as espécies (Bronson, 2009) mas é a chave para sua sobrevivência (Johnston et al., 1994). Quando os recursos alimentares variam sazonalmente, os nascimentos de filhotes podem ocorrer em épocas do ano nas quais demandas energéticas musculares e termorregulação durante o forrageamento sejam menores (Altrichter et al., 2001; Bronson, 2009). Em machos de mamíferos os custos reprodutivos são especialmente comportamentais, através de intensas disputas pelas fêmeas em algumas espécies (Feldhamer et al., 2015) enquanto fêmeas dispendem muita energia durante o período de lactação (Bronson, 2009). Dependentes da disponibilidade de recursos, algumas espécies estão sujeitas, portanto, às variações dos ambientes nos quais ocorrem (temperatura e pluviosidade, por exemplo, associadas a diferentes latitudes), visto que estas, por sua vez, influenciam na abundância ou escassez de alimento (Bronson, 2009).

Geralmente o organismo dos animais deve responder a estas variações sazonais, sendo tais modificações corporais e fisiológicas desencadeadas especialmente pela nutrição e talvez também pela mudança do fotoperíodo (Bronson, 2009). Em machos, estas modificações podem ser detectadas pelas variações no volume testicular, modificações corpóreas, aumento da agressividade (Bronson, 2009) e concentrações séricas de testosterona, podendo não haver um padrão cíclico anual nas características seminais, como documentado para catetos (Hellgren et al., 1989).

O estudo da biometria testicular e morfometria corpórea contribui para a compreensão de parâmetros reprodutivos que são relevantes na aplicação de biotécnicas da reprodução (Caldeira et al., 2010). Através da avaliação das gônadas é possível identificar alterações ou patologias que possam comprometer a produção espermática de qualidade desejável para garantir o sucesso reprodutivo da espécie (Kahwage et al., 2010). O tamanho do testículo pode fornecer subsídio para o estudo da fisiologia reprodutiva e potencial de espermatogênese, pois aproximadamente 70-80% da massa testicular é constituída de túbulos seminíferos, o que exhibe correlação com os parâmetros usuais de qualidade seminal (Peixoto et al., 2012). Além disso, a biometria testicular fornece conhecimento acerca dos sistemas de acasalamento em diversas espécies de mamíferos. Espécies em que o macho copula com uma ou mais fêmeas, exibindo assim, sistemas monogâmico ou poligínico, respectivamente,

exibem testículos menores do que naquelas em que vários machos copulam com uma fêmea (Feldhamer et al., 2015). Nestes sistemas, denominados promíscuos, os testículos maiores devem suportar altas produção espermática e frequência de cópula, favorecendo até mesmo a competição por esperma no trato reprodutivo das fêmeas (Kenagy; Trombulak, 1986; Rosas; Monteiro-Filho, 2002; Fedhamer et al., 2015).

Uma relação alométrica negativa entre as massas corpórea e testicular é encontrada para espécies de mamíferos de portes variados, com espécies menores exibindo um percentual corpóreo maior e mais energia investidos em tecido testicular do que espécies maiores (Kenagy; Trombulak, 1986).

Em catetos, a concentração de testosterona sérica não exhibe variação sazonal significativa, ainda que picos sejam observados durante o inverno (Hellgren et al., 1989). Ainda, apesar de não haver correlação significativa com a idade, indivíduos adultos exibem concentrações mais elevadas que subadultos e animais mantidos em cativeiros parecem apresentar concentrações maiores que aqueles em vida livre (Hellgren et al., 1989).

Desta forma, este capítulo teve como objetivos 1) coletar e analisar a qualidade de sêmen de queixadas; 2) testar uma possível sazonalidade da espécie por meio da avaliação do volume testicular e concentração de testosterona sérica ao longo das estações; e 3) avaliar possíveis correlações entre parâmetros morfométricos corpóreos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo está de acordo com os Princípios Éticos de Experimentação Animal, adotado pelo Conselho Nacional de Experimentação Animal (CONCEA) e foi aprovado pela Comissão de Ética e Uso de Animais (CEUA) sob protocolo nº 31/2017 (UFPR – Setor Palotina). Atividades de transporte de amostras biológicas foram autorizadas pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO – ICMBio) sob protocolo 59628-1.

2.1 Espécie alvo

O queixada [*Tayassu pecari* (Link, 1795)] é uma espécie social sem dimorfismo sexual evidente (Leite et al., 2018), que vive em bandos mistos organizados de forma hierárquica (Nogueira et al., 2016). Podem se deslocar a grandes distâncias (5-10 km por dia), de acordo com a disponibilidade de recursos no ambiente (Leite et al., 2018). Populações de queixada viventes em áreas na América Central, onde as estações seca e chuvosa são bem estabelecidas, sincronizam o nascimento dos filhotes de junho a agosto, quando a disponibilidade de alimento é maior (Altricher et al., 2001), ao passo que em áreas da Amazônia Peruana (Gottdenker; Bodmer, 1998; Mayor et al., 2009), ou Mata Atlântica no sul do Brasil (Margarido, 2001), com pluviosidade anual constante, as populações se reproduzem ao longo de todo o ano.

O grupo de queixadas (*Tayassu pecari*) no recinto para visitação do Zoológico Municipal de Curitiba,   composto de sete machos adultos (Tabela 1). A localiza o do recinto (Figura 1) em uma porão mais afastada do zoológico possibilita que as visitas não sejam tão frequentes, como ocorrem em regiões mais centrais e com recintos abrigando animais mais carismáticos. Além disso, aparentemente os machos não exibiam desconforto com a presença ou passagem de visitantes.

TABELA 1 – IDENTIFICA O E CARACTERIZA O DOS INDIVÍDUOS QUE COMPÕEM O PLANTEL DE MACHOS DE QUEIXADAS PARA VISITA O NO ZOOLÓGICO MUNICIPAL DE CURITIBA, PR.

Microchip	Brinco	Nascimento	Idade	Procedência	Peso (kg)
963.00700 0023711	180	29.03.2009	9 anos	Nascimento	61,6
982.00012 3124388	837	03.04.2012	5 anos 11 meses	Nascimento	54,4
982.00012 3120630	29	17.03.2012	6 anos	Nascimento	51,7
982.00012 3170534	416	27.01.2012	6 anos 1 mês	Nascimento	56
982.00012 3170814	101	25.03.2011	7 anos	Nascimento	45,9
963.00700 0020708	159	14.09.2009	8 anos 6 meses	Nascimento	38,4
982.00012 3171221	324	23.10.2011	6 anos e 5 meses	Nascimento	35,1

FONTE: Zoológico Municipal de Curitiba (2018).

LEGENDA: Idade e peso dos indivíduos no início das capturas (março 2018).

FIGURA 1 – RECINTO DE QUEIXADAS PARA VISITAÇÃO NO ZOOLOGICO MUNICIPAL DE CURITIBA – PR.



LEGENDA: Vistas interna (A e B) e externa (C) do recinto.
FONTE: O autor (2019).

2.2 Projeto Piloto

O projeto piloto foi desenvolvido no Zoológico Municipal de Cascavel (PR), com dois machos, com idades de 1 ano e meio e 6 anos e no Zoológico Municipal de Curitiba (PR) com um indivíduo de 5 anos. Os animais foram anestesiados por meio de zarabatana, através da associação intramuscular de dexmedetomidina (20 µg/kg), tiletamina + zolazepam (7 mg/kg) e morfina (1 mg/kg) no Zoológico Municipal de Cascavel e com uma associação de dexmedetomidina (5 µg/kg), tiletamina + zolazepam (3 mg/kg) e petidina (2,5 mg/kg) no Zoológico Municipal de Curitiba. Foram realizadas a pesagem em balança (Balmak ®), morfometria corpórea com fita métrica (cm; Tabela 2) nos indivíduos em Cascavel e biometria dos testículos, com exame da consistência (duro, normal ou flácido) e medição da largura e comprimento com auxílio de paquímetro (Disma ®, precisão de 0,05 mm) em ambas as coletas (Figura 2).

TABELA 2 – PARÂMETROS CORPÓREOS ESTABELECIDOS PARA A MORFOMETRIA CORPÓREA DE QUEIXADAS (*Tayassu pecari*).

Parâmetro	Local da mensuração
Altura	Da cernelha à sola do casco do membro torácico
Comprimento do corpo	Da extremidade anterior da narina à inserção da cauda (contornando a coluna)
Comprimento total do corpo	Da extremidade anterior da narina à porção terminal da cauda
Comprimento da cauda	Da inserção à porção terminal da cauda
Comprimento do membro torácico	Da borda superior da escápula com a costela à sola do casco do membro torácico
Comprimento do membro pélvico	Da articulação coxo femoral à sola do casco do membro pélvico
Comprimento da orelha	Da inserção à porção terminal da orelha
Circunferência da cabeça	Medida no ponto mais alto da cabeça ao masseter
Circunferência do pescoço	Medida na região atrás da orelha à mandíbula

Circunferência do tórax	Medida na região da cernelha ao olecrano
-------------------------	--

FONTE: O autor (2019).

FIGURA 2 – BIOMETRIA TESTICULAR, COM MEDIÇÃO DE COMPRIMENTO (A) E LARGURA (B) DOS TESTÍCULOS COM PAQUÍMETRO.



FONTE: Rogério Ribas Lange (2018).

Após a anestesia e biometria foram iniciados os procedimentos visando a coleta de sêmen por meio de eletroejaculação. Para tal, os pelos em torno da região genital foram cortados e o prepúcio limpo com gaze e soro fisiológico, bem como o reto, sendo retiradas as fezes acumuladas para aumentar o contato dos eletrodos da *probe* com a mucosa retal. O protocolo de eletroejaculação adotado foi o de Moreira et al. (2005), com eletroejaculador específico para animais selvagens (PT – Electronics, EUA). Consistiu em três séries de estímulos crescentes, de 2 a 5 V, sendo cada estímulo mantido por 3 segundos na voltagem desejada, com intervalos de 3 segundos entre os estímulos e de, aproximadamente, 5 minutos entre as séries. Os ejaculados foram avaliados imediatamente quanto à motilidade (%) e vigor espermáticos (1-5), com uma gota de 5 µl de sêmen em lâmina pré-aquecida e coberta com lamínula sob microscópio óptico em aumento de 100x. A motilidade representa o percentual de espermatozoides móveis, ao passo que o vigor, a intensidade do movimento, podendo ser classificado de 1 a 5, correspondente a movimento do tipo 1. exclusivamente oscilatório; 2. lento; 3. intermediário; 4. progressivo retilíneo rápido; e 5. progressivo retilíneo e muito rápido (sendo este o desejável) (CBRA, 2013). Para os testes posteriores, 5 µl de sêmen foram diluídos em solução formol salina, para concentração espermática (sptz/mL) em câmara de Neubauer (diluição 1:200) e 10 µl para avaliação

de morfologia espermática, com esfregaço corado pelo método de Cerovsky e contagem de 200 células (diluição 1:100), sob microscópio óptico e ocular de imersão (1.000x). Foram obtidos o percentual de defeitos maiores, com influência direta na fertilidade ou relacionados a anomalias no testículo e epidídimo, e menores, ou de menor importância, conforme classificação de Blom, 1973 (CBRA, 2013; Arruda et al., 2015).

2.3 Coletas estacionais

Para estas coletas, nos meses de março (verão), maio (outono) e agosto (inverno) foram utilizados os animais do Zoológico Municipal de Curitiba, os quais foram anestesiados por meio de zarabatana, com a aplicação de dois protocolos anestésicos diferentes. Na primeira coleta foi administrada, via intramuscular, uma associação de dexmedetomidina (5 µg/kg), tiletamina/zolazepam (3 mg/kg) e morfina (0,5 mg/kg) em um único dardo. Na segunda e terceira coletas foram aplicados metadona (0,05 mg/kg) e azaperone (1 mg/kg) e passados 10 minutos, um segundo dardo com cetamina (0,05 mg/kg) e midazolam (0,04 mg/kg). Após 10 minutos e avaliação do grau de sedação, quando necessário, foi aplicado um terceiro dardo com a mesma composição do segundo. A anestesia foi mantida com propofol em bolus via intravenosa. Após constatação da sedação, o animal era retirado do recinto e transportado até o Setor Veterinário, para ser pesado em balança e efetuadas as coletas de dados morfométricos e de amostras seminais. Na primeira coleta, os animais ainda foram identificados com brincos de cores e numerações distintas.

Após a coleta dos dados de morfometria corpórea e testicular, procedimento de eletroejaculação e avaliação dos ejaculados, conforme descritos anteriormente, foram coletadas amostras de sangue por punção venosa em tubos sem a adição de anticoagulante, para quantificação e dosagem de testosterona.

Finalizados os procedimentos, com duração de uma hora a uma hora e meia por indivíduo, os animais foram levados ao recinto e monitorados até a recuperação total do efeito anestésico, para reintrodução no grupo.

As amostras sanguíneas foram mantidas em isopor refrigerado e a separação do soro foi feita por meio de descanso, com o soro sobrenadante sendo aliquoteado em volumes de 1,0 mL em tubos de microcentrifuga devidamente identificados e acondicionados em *freezer* (-20°C) até o momento das dosagens no Laboratório de

Fisiologia Endócrina e Reprodutiva Animal, Departamento de Fisiologia, Universidade Federal do Paraná.

Todos os reagentes utilizados no presente estudo, exceto quando especificados, foram adquiridos da Sigma-Aldrich, e as soluções utilizadas foram preparadas com água ultrapura (Sistema Puritech – Permution, E.J. Krieger & Cia Ltda).

A dosagem sérica de testosterona foi feita por meio do método de enzima imunoensaio (ELISA - Enzyme Linked ImmunoSorbent Assay), conforme descrito por BROWN et al. (2004).

Para a realização dos ensaios, microplacas (NUNC Immuno TM plates, Maxisorp) foram cobertas com 50 µL de anticorpo anti-testosterona (Polyclonal 156/7; Coralie Munro – Universidade da Califórnia, Davis, CA, USA, diluído 1:10.000).

Após a pipetagem, as placas foram acondicionadas a 4°C, por pelo menos 12 horas. A curva padrão foi preparada a partir de testosterona nas concentrações de 12.000 pg/mL, considerado o padrão mais alto. A curva foi diluída 1:1, de forma seriada, com solução de ensaio de ELISA (NaH₂PO₄; Na₂HPO₄; NaCl; BSA; pH ajustado para 7,00) oito vezes até chegar na concentração de 46 pg/mL, considerado o padrão mais baixo.

O hormônio conjugado testosterona-HRP (Coralie Munro – Universidade da Califórnia, Davis, CA, USA) foi diluído 1:20.000, e mantido em 4°C até o momento do ensaio.

A solução do substrato enzimático foi preparada imediatamente antes de sua adição na microplaca e consistia de H₂O₂ a 0,5M; ABTS (Calbiochem, ABTSTM Chromophore, Diammonium Salt) e solução de substrato para ELISA (ácido cítrico; pH ajustado para 4,00).

Imediatamente antes do ensaio, as amostras de soro foram descongeladas e analisadas sem necessidade de diluição. A microplaca já coberta com anticorpos foi lavada por cinco vezes com solução de lavagem de ELISA (NaCl; Tween 20) e o excesso de solução foi retirado batendo-se a placa em papel toalha. Foram pipetados 50 µL das soluções dos padrões, 50 µL das soluções dos controles e das amostras, todos em duplicatas, e 50 µL da solução do marcado enzimático testosterona – HRP em todos os poços, exceto nos poços considerados como branco.

A microplaca foi incubada durante duas horas, em temperatura ambiente, com agitação suave em agitador Multi-Pulse Vortexer (modelo 099A VB4, 50/60Hz – Glass-

Col®), sem pulso e em 200 rpm. Todo o processo de pipetagem levou, em média, 4 minutos, não ultrapassando 10 minutos. Após a incubação, a microplaca foi lavada novamente e foram adicionados 100 µL da solução do substrato enzimático em cada poço, exceto nos poços considerados como branco.

Depois a microplaca foi agitada moderadamente em agitador Multi-Pulse Vortexer (modelo 099A VB4, 50/60Hz – Glass-Col®), sem pulso e em 300 rpm até que os poços considerados como zeros chegassem em densidade óptica (OD) entre 0,7 e 1,0; quando foi feita a leitura da absorbância em 405 nm, no leitor de microplaca TECAN Infinity® 200 F Plex. O resultado em pg/poço foi gerado pelo programa Magellan™, versão 6.0; e os dados obtidos foram convertidos em nmol/L.

2.4 Procedimento analítico

Dados seminais de volume, motilidade, vigor, concentração espermática e defeitos foram apresentados em média. Com os dados da biometria testicular (comprimento e largura) foram calculados o volume de cada testículo direito e esquerdo, através da fórmula para estruturas ovóides conforme Bailey et al. 1998 (CBRA, 2013): $\text{Volume} = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot (L/2)^2 \cdot (h/2)$, onde $\pi = 3,1416$; L= largura e h= comprimento e apresentados na forma de média \pm desvio padrão. Somando-se o volume dos dois testículos, calculou-se o volume testicular total de cada animal. Os volumes dos testículos direito e esquerdo foram avaliados com teste de Shapiro-Wilk quanto à normalidade, com teste t não-pareado quanto à simetria em cada estação e os volumes totais com teste de ANOVA para medidas repetidas a fim de detectar diferença entre as estações.

Para comparação das concentrações séricas de testosterona entre as estações, os dados foram testados para normalidade e aplicado um teste não-paramétrico equivalente à ANOVA para medidas repetidas.

As medidas corporais de peso, altura, comprimento do corpo, circunferências da cabeça e do tórax e volume testicular foram correlacionadas entre si ao longo das estações através da correlação de Pearson.

A análise estatística foi realizada com o *software* Sigma, considerando nível de significância estatística de 5% ($p < 0,05$).

Dados históricos de precipitação e temperatura, foram obtidos respectivamente da estação automática 65010000 – estação Fazendinha, localizada em São José dos

Pinhais, de responsabilidade da Agência Nacional de Águas (ANA), retirados do portal HidroWeb e da estação 83842, localizada em Curitiba, sob responsabilidade do INMET.

3. RESULTADOS

3.1. Projeto Piloto

Em Cascavel, o peso estimado dos indivíduos foi de 30 e 40 kg. O protocolo anestésico aplicado foi seguro e apresentou grau de sedação adequado. Entretanto, foi obtido ejaculado de apenas um dos animais, o de maior peso e mais velho. Na primeira série o ejaculado apresentou volume baixo e na terceira, os parâmetros seminais estavam inferiores (motilidade 10% e vigor espermático 2) aos níveis desejáveis para refrigeração de sêmen suíno (motilidade $\geq 30\%$ e vigor espermático: ≥ 3), segundo o que é estabelecido pelo Colégio Brasileiro de Reprodução Animal (CBRA, 2013).

O ejaculado obtido na segunda série de estímulos apresentou coloração branco opaco, pH 7, volume de 2,1 mL, motilidade de 80% e vigor espermático 4. A concentração espermática foi de 160×10^6 spz/mL, o percentual de defeitos maiores foi de 18% e de menores foi de 6%. Os testículos apresentaram consistência normal e o volume dos testículos direito e esquerdo foi, 78 e 84 cm³, respectivamente. O indivíduo de menor peso apresentou testículos direito e esquerdo com volumes de 16 e 13 cm³.

Em Curitiba, o protocolo anestésico foi adequado para o procedimento de eletroejaculação, mas este precisou ser interrompido devido ao animal exibir sinais de edema pulmonar após a primeira série de estímulos. Os ejaculados obtidos nas voltagens de 3 e 4 V apresentaram coloração branco opaco, volume médio de 1,3 mL, motilidade de 25% e vigor espermático 2. A concentração espermática média foi de 2190×10^6 spz/mL. Os defeitos maiores e menores foram de 21,5 e 22,5% na amostra após 3 V e, de 17 e 32% na amostra após 4 V. O volume dos testículos direito e esquerdo foi 155 e 138 cm³ respectivamente.

Os dados obtidos durante o projeto piloto não foram considerados para as análises posteriores.

3.2 Coletas estacionais

O protocolo anestésico adotado na primeira coleta apresentou grau de sedação adequado, mas a recuperação pós-anestésica foi lenta, ao passo que o protocolo aplicado na segunda e terceira coletas mostrou-se eficaz e seguro para os animais com rápida recuperação pós-anestésica. Contudo, das 19 tentativas conduzidas para coleta seminal em 7 animais, apenas 5 amostras de sêmen foram obtidas (sucesso de 26,3%). Os ejaculados apresentaram, em média (\pm desvio padrão), coloração de branco opaco a leitoso, pH 7, volume de 0,74 mL (\pm 0,73), valores médios de 56,6% (\pm 16) de motilidade total, vigor 2,8 (\pm 1) e concentração espermática de 865×10^6 spz/mL. Também exibiram alto percentual de células morfológicamente anormais ($81 \pm 7,8$), sendo 56% (\pm 28,5) defeitos maiores e 25% (\pm 30,7) defeitos menores.

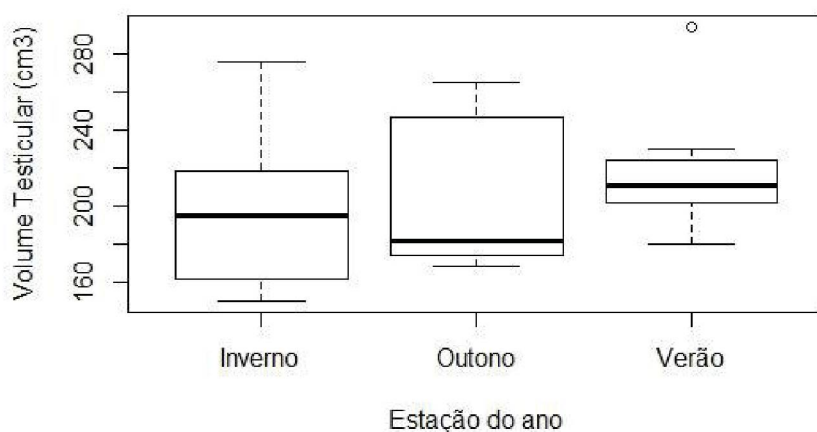
Todos os indivíduos avaliados exibiram testículos com consistência normal, sendo que os testículos direito e esquerdo apresentaram volumes médios de 111 cm^3 (\pm 21) e 108 cm^3 (\pm 20) no verão, 103 cm^3 (\pm 23) e 105 cm^3 (\pm 22) no outono e 96 cm^3 (\pm 30) e 100 cm^3 (\pm 18) no inverno, respectivamente. Também exibiram simetria em todas as coletas ($t_{\text{verão}} = 0,26$; $p = 0,7$; $t_{\text{outono}} = -0,16$; $p = 0,8$; $t_{\text{inverno}} = -0,29$; $p = 0,7$), sendo que a variação dos volumes testiculares total ao longo das estações não foi significativa ($F = 1,72$; $p = 0,22$) (Figuras 3 e 4).

FIGURA 3 – VOLUME TESTICULAR TOTAL (TESTÍCULOS DIREITO E ESQUERDO) DOS INDIVÍDUOS DE QUEIXADA DO ZOOLOGICO MUNICIPAL DE CURITIBA (PR) AO LONGO DAS TRÊS ESTAÇÕES.



FONTE: O autor (2019).

FIGURA 4 – AMPLITUDE DE VARIAÇÃO DOS VOLUMES TOTAIS (TESTÍCULOS DIREITO E ESQUERDO) DOS INDIVÍDUOS DE QUEIXADA DO ZOOLOGICO MUNICIPAL DE CURITIBA (PR) EM CADA ESTAÇÃO.



FONTE: O autor (2019).

LEGENDA: O polígono, com o primeiro e terceiro quartis (limites inferior e superior da caixa), representa 50% dos dados, sendo a linha dentro da caixa a mediana, que limita a metade da amostra. As hastes verticais com os limites inferior e superior representam, 25% dos dados mais baixos e mais altos, respectivamente.

As correlações entre as medidas corporais de peso, altura, comprimento do corpo, circunferências da cabeça e tórax (Tabela 3) foram sempre positivas e fortes em todas as estações quando o peso era uma das variáveis correlatas, contudo, a correlação entre peso e volume testicular não foi forte e nem significativa.

TABELA 3 – CORRELAÇÕES ENTRE PESO E MEDIDAS CORPÓREAS EM TODAS AS ESTAÇÕES, COM VALORES DE R (COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO) E p (NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA).

Correlações	Verão		Outono		Inverno	
	R	p	R	p	R	P
Volume testicular x Peso	0,50	0,3 ¹	0,66	0,1 ¹	0,60	0,2 ¹
Peso x Altura	0,95	0,002	0,88	0,008	0,82	0,04
Peso x Comp. corpo	0,93	0,006	0,82	0,02	0,97	<0,001
Peso x Circ. cabeça	0,97	0,001	0,88	0,008	0,94	0,004
Peso x Circ. tórax	0,82	0,04	0,77	0,03	0,97	<0,001
Altura x Comp. corpo	0,99	<0,001	0,92	0,002	0,83	0,03
Altura x Circ. cabeça	0,98	<0,001	0,81	0,02	0,73	0,09 ²
Altura x Circ. tórax	0,77	0,07 ³	0,65	0,1 ³	0,79	0,06 ³
Comp. corpo x Circ. cabeça	0,97	<0,001	0,66	0,1 ⁴	0,88	0,01
Comp. corpo x Circ. tórax	0,73	0,09 ⁵	0,79	0,03	0,91	0,009
Circ. cabeça x Circ. tórax	0,83	0,03	0,66	0,1 ⁶	0,90	0,01

FONTE: O autor (2019).

LEGENDA: Valores destacados com número sobrescrito indicam correlação não significativa.

Não foram obtidas amostras de sangue dos indivíduos #416 nas coletas do verão e outono e #101 no verão, devido a dificuldades no procedimento de coleta através de punção venosa. As concentrações séricas de testosterona (nmol/L) não diferiram entre as estações ($F = 2,72$; $p = 0,12$) (Tabela 4).

TABELA 4 – PESO (KG) E CONCENTRAÇÃO DE TESTOSTERONA SÉRICA (NMOL/L) DOS INDIVÍDUOS DE QUEIXADAS DO ZOOLOGICO MUNICIPAL DE CURITIBA (PR), COLETADO NAS TRÊS ESTAÇÕES.

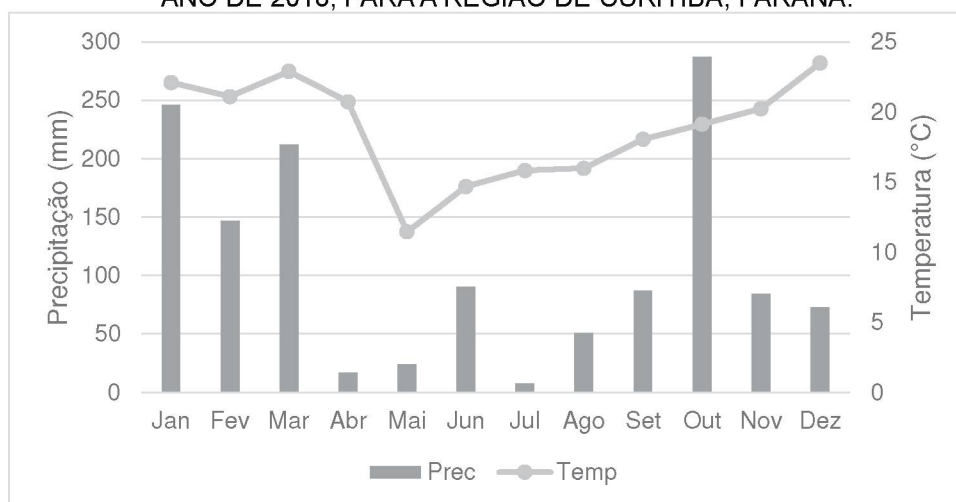
Indivíduo	Verão		Outono		Inverno	
	Peso	Test.	Peso	Test.	Peso	Test.
180	61,6	55,571	61,5	5,72	-	-
29	51,7	6,641	58,4	5,068	55,9	16,373
837	54,4	2,529	54,5	33,336	54,7	31,744
416	-	-	49	-	48,9	100,325
101	45,9	-	46	4,678	42,1	25,092
159	38,4	10,261	40	6,102	37,7	36,341
324	35,1	7,012	33,6	4,242	33,5	27,814

FONTE: O autor (2019).

LEGENDA: Valores ausentes indicam coletas em que não pode ser obtida nenhuma amostra dos animais por questões metodológicas.

Os dados climáticos obtidos evidenciaram que a precipitação e temperatura do local de estudo (Figura 5) exibiram mais ou menos o mesmo padrão ao longo do ano de 2018, com diminuição em ambas as variáveis nos mesmos períodos.

FIGURA 5 – DADOS HISTÓRICOS DE PRECIPITAÇÃO (mm) E TEMPERATURA (°C) DURANTE O ANO DE 2018, PARA A REGIÃO DE CURITIBA, PARANÁ.



FONTE: Agência Nacional das Águas (ANA) e Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (2018).

4. DISCUSSÃO

O projeto-piloto foi fundamental para aprendizado da técnica de coleta de sêmen e mesmo manipulação dos animais. No entanto, o baixo sucesso obtido nas coletas seminais pode estar relacionado à posição inadequada da *probe*, resistência individual à estimulação por corrente elétrica (Kahwage et al., 2010) e mesmo estimulação elétrica insuficiente, ainda que o protocolo de eletroestimulação esteja de acordo com o utilizado por Moreira et al., (2005). Alguns medicamentos anestésicos, como xilazina e fármacos da classe alfa 2 adrenérgicos não são indicados para contenção química de animais a serem submetidos à eletroejaculação, pois podem influenciar na concentração espermática, promover maior estimulação na inervação das glândulas anexas e estimular a ejaculação retrógrada (Barros et al., 2017). Outros, à base de compostos de fenotiazina, como a quetamina, relaxam a musculatura ao redor da uretra e, portanto, aumentam a probabilidade de contaminação dos ejaculados com urina (Tecirlioglu et al., 2002). Ainda, a anatomia externa da genitália pode dificultar a ereção e exposição do pênis, favorecendo a ejaculação no interior da bainha prepucial, como acontece com catetos (Kahwage et al., 2010). O baixo sucesso na coleta de ejaculados de queixadas também foi registrado por Moreira et al. (2005) (sucesso de 50%) e Barros et al. (2017) (sucesso de 40%), ambos superiores aos obtidos no presente estudo.

O volume médio dos ejaculados foi inferior ao encontrado por Moreira et al. (2005), mas superior ao obtido por Barros et al. (2017), enquanto o percentual médio de células móveis e vigor espermático foi inferior aos obtidos nos dois estudos. A concentração espermática média foi superior a ambos e o percentual médio de defeitos maiores e menores também foi bastante superior aos obtidos por Moreira et al. (2005). Ainda assim, as amostras coletadas no presente estudo apresentam os requisitos mínimos para congelamento (motilidade $\geq 30\%$ e vigor espermático ≥ 3), segundo o Colégio Brasileiro de Reprodução Animal, baseado em sêmen suíno (CBRA, 2013).

A simetria entre os testículos direito e esquerdo é prevista por tratarem-se de órgãos pares e com desenvolvimento semelhante, salvo em caso de anomalias (Kahwage et al., 2010). Esta simetria tem influência na atividade espermatogênica das gônadas, sendo importante para maximizar o sucesso reprodutivo dos animais (Kahwage et al., 2010). As diferenças no volume testicular total entre estações não

foram significativas, mantendo o mesmo padrão já detectado para catetos através de avaliações do padrão reprodutivo circanual no peso e histologia dos testículos (Low, 1970).

Neste grupo de estudo podemos observar que a concentração de testosterona não diferiu de forma significativa ao longo das estações, mesmo que as maiores médias deste andrógeno tenham sido registradas no inverno. Novamente em catetos, as concentrações de testosterona sérica exibem um padrão de baixa amplitude, mas as maiores médias são obtidas no outono e inverno (Hellgren et al., 1989). Contudo, é visível a existência de diferenças nas concentrações individuais ao longo das estações, com alguns machos exibindo valores maiores de testosterona que outros a cada período. Através da comparação de dados de todo o grupo entre as estações, estas diferenças acabam sendo diluídas, ainda que certa sazonalidade possa estar presente individualmente, o que possibilita que sempre haja machos aptos para reprodução em diferentes épocas do ano. Assim, nossos resultados se assemelham aos obtidos por Hellgren et al. (1989), não evidenciando indício de sazonalidade, mas diferem no sentido de que os autores encontraram um padrão de testosterona sérica de baixa amplitude, enquanto no presente trabalho a amplitude foi grande entre indivíduos, mas não diferiu entre estações em termos de grupo.

Estes resultados estão em concordância com o sistema de acasalamento promíscuo descrito por Leite et al. (2018). A ausência de dimorfismo sexual e razão sexual enviesada a favor das fêmeas possibilita que haja disputas entre elas por recursos, levando a eventos de acasalamento com diversos machos, que por sua vez, também acasalam com várias fêmeas e geram proles com mais de um parental (Leite et al., 2018). O fato de vários machos estarem aptos para reprodução em épocas diferentes, segundo variações individuais na testosterona circulante e volume testicular, que por consequência estão relacionadas com maior produção espermatogênica, possivelmente possibilita que haja maior variabilidade genética nos grupos em vida livre.

A ausência de variações significativas no volume testicular e concentração de testosterona dos machos, nas condições experimentais citadas, pode ainda estar relacionada com a ausência de variações ambientais sazonais expressivas na região de estudo. Ainda que os dados climáticos obtidos durante o ano de 2018 tenham exibido uma diminuição durante partes do outono e inverno, Curitiba é caracterizada pelo tipo climático Cfb (cf. Koeppen, 1948), com clima temperado, verão ameno,

chuvas distribuídas de forma homogênea e sem estação seca definida (IAPAR, 2018). Ainda, neste estudo em específico, as condições ambientais não exerceriam influência sobre a alimentação dos indivíduos, que, devido ao cativeiro, recebiam a mesma dieta ao longo do ano. Em vida livre, Margarido (2001), trabalhando com populações no sudoeste do Paraná, não obteve indícios de sazonalidade reprodutiva, tendo sido encontradas fêmeas gestantes ao longo de todo o ano. Na Amazônia Peruana, onde a pluviosidade também é constante, as populações de queixadas se reproduzem ao longo do ano, visto que recursos estarão sempre disponíveis para alimentação de filhotes e/ou fêmeas em lactação (Gottdenker; Bodmer, 1998; Mayor et al., 2009). Apesar de também não ter obtido resultados significativos na diferença do peso e histologia dos testículos de catetos (Tayassuidae também), Low (1970) insiste que a atividade reprodutiva de machos pode ser reduzida como forma de acompanhar a ausência de ciclicidade das fêmeas, sendo desencadeada por altas temperaturas em estações mais secas e diminuição na ingestão de proteína durante períodos de escassez de alimento.

Os estudos supracitados (Gottdenker; Bodmer, 1998; Margarido, 2001; Mayor et al., 2009) tiveram como enfoque a existência de fêmeas gestantes ou infantes constituindo os bandos observados, ao passo que o estudo presente levou em conta dados fisiológicos de machos para inferências à respeito da possibilidade de sazonalidade, fornecendo uma visão complementar e inédita para o estudo da reprodução nesta espécie.

Algumas condições experimentais do estudo, no entanto, podem ter tido influência sobre os resultados de testosterona sérica obtidos, o que merece atenção. Estas incluem, indivíduos com diferentes idades e, portanto, testosterona circulante em diferentes níveis; tempo decorrido desde o momento da captura até a coleta do sangue e ausência de padronização no horário de coleta das amostras de sangue (manhã ou tarde), o que esteve sujeito à disponibilidade de equipe e ao local de aplicação do trabalho (o zoológico municipal).

O peso foi a única variável correlacionada com as variáveis de circunferências da cabeça e tórax e comprimento do corpo, evidenciando uma correlação positiva entre elas. Ou seja, estas medidas corpóreas variam na mesma proporção que o peso dos indivíduos. Entretanto, o volume testicular apresentou baixa correlação com o peso, não representando um padrão biológico neste grupo. Kenagy; Trombulak (1986) encontraram relação entre massa testicular e massa corpórea para artiodáctilos ($R^2 =$

0,64), estando próximo do proposto pela equação alométrica geral para os mamíferos. Contudo, os autores destacam que podem existir variações intraespecíficas nesta relação, devido à fatores tais como região geográfica, habitat e idade das populações e estação de coleta dos dados biométricos. Isto porque, fatores climáticos e ambientais conhecidamente podem interferir na massa corpórea de diferentes populações de uma espécie com ampla distribuição, enquanto a massa testicular não parece ser influenciada da mesma forma (Kenagy; Trombulak, 1986). Ainda, espécies sociais com sistemas de acasalamento organizados de forma hierárquica ou dimorfismo sexual podem exibir testículos com tamanho máximo no período de maturidade sexual, enquanto o crescimento corpóreo continua de forma a contribuir para que estes indivíduos obtenham o acesso às fêmeas (Kenagy; Trombulak, 1986).

5. CONCLUSÃO

O baixo sucesso na coleta de sêmen dos machos pode estar relacionado tanto com vieses do método utilizado, como características anatômicas da espécie. Ainda assim, os ejaculados obtidos apresentaram os parâmetros indicados para refrigeração, quando considerados os níveis mínimos para suínos.

Os animais também exibiram simetria testicular, conforme o esperado. O grupo de machos cativos de queixada não exibiu variações sazonais no volume testicular, tampouco nos níveis de testosterona, nestas condições experimentais em específico. Portanto, não existem indícios de sazonalidade reprodutiva neste grupo na área de estudo, sendo que as pequenas variações obtidas nos parâmetros avaliados possivelmente são individuais e não representam um padrão da espécie, mas podem estar relacionadas com a organização social do bando. Ainda, o peso é uma variável correlacionada forte e positivamente com outras variáveis morfométricas, mas exibe correlação baixa com volume testicular, podendo esta relação ser influenciada por características inerentes do ambiente e grupo estudados.

REFERÊNCIAS

- ALTRICHTER, M.; DREWS, C.; CARRILHO, E.; SÁENZ, J. Sex ratio and breeding of White-lipped peccaries *Tayassu pecari* (Artiodactyla: Tayassuidae) in a Costa Rican rain forest. **Revista de Biologia Tropical** 49(1), p. 383-389, 2001.
- ARRUDA, R. P.; CELEGHINI, E. C. C.; GARCIA, A. R.; SANTOS, G. C.; LEITE, T. G.; OLIVEIRA, L. Z.; LANÇONI, R.; RODRIGUES, M. P. Morfologia espermática de touros: interpretação e impacto na fertilidade. **Rev. Bras. Reprod. Anim.** V.39, n.1, p. 47-60, 2015.
- BARROS, C. H. S. C.; VIEIRA, R. L. A.; MACHADO, W. M.; COSTA, T. S. O.; NOGUEIRA-FILHO, G. L. G.; SNOECK, P. P. N. Análise computadorizada do sêmen de queixada (*Tayassu pecari*) com SCA: dados preliminares. In: Anais da 2ª Reunião da Associação Brasileira de Andrologia Animal (ABRAA). Embrapa, Uberlândia, p. 60-63, 2017.
- BRONSON, F. H. Climate change and seasonal reproduction in mammals. **Phil. Trans. R. Soc. B.** 364, p. 3331-3340, 2009. DOI:10.1098/rstb.2009.0140.
- BROWN, J. **Wildlife Endocrinology Manual**. Smithsonian National Zoological Park, Conservation and Research Center. (Publicação interna) 2004.
- CALDEIRA, B. C.; PAULA, T. A. R.; MATTA, S. L. P.; BALARINI, M. K.; CAMPOS, P. K. A. Morphometry of testis and seminiferous tubules of the adult crab-eating fox (*Cerdocyon thous*, Linnaeus, 1766). **Ceres**, v.57, n.5, p. 569-575, 2010.
- COLÉGIO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL. **Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal**. 3 ed. Belo Horizonte: CBRA, 2013.
- FELDHAMER, G. A.; DRICKAMER, L. C.; VESSEY, S. H.; MERRITT, J. F.; KRAJEWSKI, C. **Mammalogy**. Adaptation, Diversity, Ecology. 4 ed. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2015.
- GOTTDENKER, N.; BODMER, R. E. Reproduction and productivity of White-lipped and collared peccaries in the Peruvian Amazon. **Journal of Zoology** 245, p. 423-430, 1998. DOI: 10.1017/S095283699800805X.
- HELLGREN, E. C.; LOCHMILLER, R. L.; AMOSS, M. S.; SEAGER, S. W. J.; MAGYAR, S. J.; COSCARELLI, K. P.; GRANT, W. E. Seasonal variation in serum testosterone, testicular measurements and semen characteristics in the collared peccary (*Tayassu tajacu*). **J. Reprod. Fert.** 85, p. 677-686, 1989.
- IAPAR - Instituto Agronômico do Paraná, **Atlas Climático do Paraná**. Disponível em <<http://www.iapar.br/pagina-863.html>>. Acesso em 23 dez. 2018.
- JOHNSTON, L. A.; ARMSTRONG, D. L.; BROWN, J. L. Seasonal effects on seminal and endocrine traits in the captive snow leopard (*Panthera uncia*). **Journal of Reproduction and Fertility**, 102, p. 229-236, 1994.

KAHWAGE, P. R.; GARCIA, A. R.; GUIMARÃES, D. A. A.; OHASHI, O. M.; LUZ-RAMOS, R. S.; DIAS, H. L. T.; ALBUQUERQUE, N. I.; BARTHA, M. M. P. Biometria testicular, eletroejaculação e características seminais de caititus, *Tayassu tajacu* Linnaeus, 1758 (Mammalia, Artiodactyla, Tayassuidae) mantidos em cativeiro na Amazônia Oriental. **Acta Amazonica**, 40(4), p. 771-778, 2010.

KENAGY, G. J.; TROMBULAK, S. C. Size and function of mammalian testes in relation to body size. **Journal of Mammalogy**, 67(1), p. 1-22, 1986.

LEITE, D. A.; KEUROGHLIAN, A.; RUFO, D. A.; MIYAKI, C. Y.; BIONDO, C. Genetic evidence of promiscuity in a mammal without apparent sexual dimorphism, the white-lipped peccary (*Tayassu pecari*). **Mammalian Biology** 92, p. 111-114, 2018. DOI: 10.1016/j.mambio.2018.05.005.

LOW, W. A. **The influence of aridity on reproduction of the collared peccary (*Dicotyles tajacu* (Linn) in Texas)).** 1970. 187p. PhD thesis, University of British Columbia, Canadá, 1970.

MARGARIDO, T. C. C. **Aspectos da história natural de *Tayassu pecari* (Link, 1795) (Artiodactyla, Tayassuidae) no estado do Paraná, sul do Brasil.** 2001, 118 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-graduação em Zoologia, Curitiba, 2001.

MAYOR, P.; BODMER, R. E.; LOPEZ-BEJAR, M. Reproductive performance of the wild White-lipped peccary (*Tayassu pecari*) female in the Peruvian Amazon. **Eur J Wildl Res** 55, p. 631-634, 2009. DOI: 10.1007/s10344-009-0312-1.

MOREIRA, N.; ERDMANN, R. H.; DELGADO, L. E.; PACHALY, J. R.; CIFFONI, E. M. G.; HATAMOTO, L. K. Coleta de sêmen e avaliação andrológica de queixada (*Tayassu pecari*). In: Anais do IX Congresso e XIV Encontro da ABRAVAS, São José do Rio Preto, São Paulo, p. 67, 2005.

NOGUEIRA, S. S. C.; CASELLI, C. B.; COSTA, T. S. O.; MOURA, L. N.; NOGUEIRA-FILHO, S. L. G. The role of grunt calls in the social dominance hierarchy of the White-lipped peccary (Mammalia, Tayassuidae). **Plos One** 11(7), p. 1-13, 2016. DOI: DOI:10.1371/38erde38.pone.0158665.

PEIXOTO, G. C. X.; SILVA, M. A.; CASTELO, T. S.; SILVA, A. M.; BEZERRA, A. B.; SOUZA, A. L. P.; OLIVEIRA, M. F.; SILVA, A. R. Individual variation related to testicular biometry and semen characteristics in collared peccaries (*Tayassu tajacu* Linnaeus, 1758). **Animal Reproduction Science**, 134, p. 191-196, 2012.

ROSAS, F. C. W.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Reproduction of the estuarine dolphin (*Sotalia guianensis*) on the Coast of Paraná, Southern Brazil. **Journal of Mammalogy** 83(2), p. 507-515, 2002.

SANTOS, C. V. Sistema monogâmico de acasalamento e estratégias reprodutivas dos pequenos primatas neotropicais. **Revista de Ciências Humanas**, n. 34, p. 335-363, 2003.

TECIRLIOGLU, R. T.; HAYES, E. S.; TROUNSON, A. O. Semen collection from mice: eletroejaculation. **Reprod. Fertil. Dev.**, 12, p. 363-371, 2002.

CAPÍTULO II

HIERARQUIA DE DOMINÂNCIA E REDES SOCIAIS EM UM GRUPO CATIVO DE MACHOS DE QUEIXADA

[[*Tayassu pecari* (Link, 1795)] (MAMMALIA: TAYASSUIDAE):

O QUE ACONTECE APÓS A SAÍDA DO MACHO ALFA?

RESUMO

A vida em grupo oferece vantagens e benefícios, mas também traz custos aos indivíduos. Se existe escassez de recursos os animais passam a disputa-los e relações de dominância e subordinação começam a ser estabelecidas. Este sistema pode ser formado através de um processo dinâmico de auto-organização ou pela influência de atributos prévios dos indivíduos. Desta forma, os objetivos deste capítulo foram estudar a dinâmica de formação e reestruturação da hierarquia e análise de redes sociais, além de avaliar a importância de atributos prévios em relação ao status social dos indivíduos dentro do sistema. O grupo de machos de queixadas do Zoológico Municipal de Curitiba – PR foi observado ao longo de seis meses, com descrição e registro de interações sociais amigáveis e agonísticas. Contabilizadas, as interações foram analisadas no *software* R, com aplicação de índices para avaliação da estabilidade da hierarquia e estabelecimento do status de cada indivíduo com o uso de David's Score e Elo Rating. Em seguida, foram plotadas em redes sociais (*Social Network Analysis*) e aplicadas métricas de análise das redes no *software* UCINET. Após 105 horas de observação, foram adicionados 6 eventos comportamentais aos já descritos para a espécie e registradas 1.323 interações sociais. Em agosto, devido a questões de manejo, ocorreu o óbito do indivíduo α (#180) e a hierarquia passou a exibir instabilidade. Houve aumento das interações agonísticas e mais de um indivíduo pleiteando o novo posto de dominante, o que não ocorreu com o β (#837), potencialmente o indivíduo sucessor natural do sistema. As interações amigáveis também foram importantes na ascensão do novo α (#101), mas além dele outros indivíduos atuaram como ponte, interligando toda a rede de forma coesa. Os atributos prévios peso e volume testicular estiveram correlacionados com o status dos indivíduos no outono, enquanto a concentração de testosterona esteve correlacionada no inverno, parecendo atuar de forma mais evidente em eventos de instabilidade. Desta forma, a hierarquia de queixadas, que em momentos de estabilidade se apresenta de forma linear, parece sofrer influência tanto dos atributos prévios dos indivíduos, como da dinâmica de auto-organização mediada pelos confrontos. Isto ocorre porque os atributos estiveram correlacionados em períodos específicos ao longo do estudo, enquanto durante a instabilidade social por ausência do macho α , diferentes indivíduos puderam pleitear posições com maior status dentro do sistema. Ainda, além dos animais que ocuparam a posição de α em cada mês avaliado, indivíduos de status inferior também atuaram como ponte em ligações com outros, o que contribuiu na manutenção da estabilidade do sistema social.

Palavras-chave: Interações sociais. Agonismo. *Social Network Analysis*.

ABSTRACT

Group life offers advantages and benefits, but it also brings damage to individuals. If there is shortage of resources the animals go on to dispute them and relationships of dominance and subordination begin to be established. This system can be formed through a dynamic process of self-organization or through the influence of individuals' previous attributes. This way, the objectives of this chapter were to study the dynamics of formation and restructuring of the hierarchy and analysis of social networks, besides evaluating the importance of previous attributes in relation to the social status of individuals within the system. The group of males white-lipped peccary of the Municipal Zoo of Curitiba – PR was observed during six months, with description and registration of friendly and agonistic social interactions. The interactions were analyzed in software R, with indexes applied to evaluate the stability of the hierarchy and establishment of the status of each individual with the use of David's Score and Elo Rating. They were then plotted on social networks (Social Network Analysis) and network analysis metrics were applied in the UCINET software. After 105 hours of observation, 6 behavioral events were added to those already described for the species and 1,323 social interactions were recorded. In August, due to management issues, the death of the individual α (#180) occurred and the hierarchy started to show instability. There was an increase in agonistic interactions and more than one individual pleading for the new dominant position, which did not occur with β (#837), potentially the natural successor individual of the system. The friendly interactions were also important in the rise of the new α (#101), but besides it other individuals acted as a bridge, connecting the entire network cohesively. Previous attributes of testicular weight and volume were correlated with the status of individuals in autumn, while testosterone concentration was correlated in winter, seeming to act more clearly in events of instability. This way, the hierarchy of white-lipped peccaries, that in moments of stability presents itself in a linear way, seems to be influenced both of the previous attributes of the individuals, and of the dynamics of self-organization mediated by the confrontations. This is because the attributes were correlated at specific periods throughout the study, while during social instability due to absence of the α male, different individuals were able to claim positions with higher status within the system. Moreover, in addition to the animals that occupied the position of α in each evaluated month, lower status individuals also served as a bridge in connections with others, which contributed to the maintenance of the stability of the social system.

Key words: Social interactions. Agonism. Social network analysis.

1. INTRODUÇÃO

Várias espécies animais vivem em grupos onde se beneficiam através da obtenção de recursos alimentares, possibilidades de acasalamento, melhor sobrevivência da prole e redução no risco de predação (Bonabeau et al., 1999; Horová et al., 2015). Quando os recursos se tornam escassos os animais passam a disputá-los, o que gera conflitos agonísticos (Holekamp; Straus, 2016), consequente monopolização destes e, portanto, também monopolização da aptidão (Vervaecke et al., 2007; Sánchez-Tójar et al., 2018). À medida que estes confrontos ocorrem, o grupo passa a apresentar uma organização que vai se tornando estável com o estabelecimento de relações de dominância e subordinação entre todos os membros do grupo, até a formação da hierarquia de dominância (Bonabeau et al., 1999; Holekamp; Straus, 2016). Estas relações apresentam-se vantajosas no sentido de que, estabelecidas as posições hierárquicas de todos os indivíduos e com resultados previsíveis em supostos confrontos, conflitos violentos são evitados, bem como riscos de ferimentos e consequente desperdício de energia (Barnard; Burk, 1979).

Hierarquias organizadas de forma linear apresentam relações transitórias, na qual A domina B, B domina C e, portanto, A também domina C, (Galimberti et al., 2003; Shizuka; McDonald, 2015) e podem ser formadas de dois modos principais. A hipótese dos “Atributos Prévios” sugere que os animais apresentam *a priori*, características tais como idade, tamanho, fisiologia (p. ex. atividade endócrina) e nível de agressividade, que indicariam sua habilidade de dominância na hierarquia. Em contrapartida, segundo a hipótese da “Dinâmica Social”, a hierarquia seria formada através de um processo de auto-organização, mediado principalmente por um efeito de reforço duplo, o efeito “vencedor-perdedor”, que é quando vencedores apresentam maiores probabilidades de vencer os confrontos subsequentes e os perdedores, as maiores probabilidades de perde-los (Dugatkin, 1997; Bonabeau et al., 1999; Hsu; Wolf, 1999; Chase et al., 2002; van der Borg et al., 2015).

Após a formação da hierarquia, sua estrutura pode ser mantida por altas concentrações de andrógenos e consequentes níveis elevados de agressão por parte dos machos dominantes, como ocorre na maioria dos primatas (Tennenhouse et al., 2017). Entretanto, o efeito da testosterona sobre os comportamentos agressivos é dependente de experiências prévias e mesmo do contexto nos quais eles ocorrem, não sendo, de fato, a desencadeadora deste tipo de evento, mas aumentando a

probabilidade de que ocorram (Teichroeb; Sicotte, 2008). Além disso, esta relação parece ser mais pronunciada em períodos de instabilidade do sistema social (Teichroeb; Sicotte, 2008; Tennenhouse et al., 2017).

As observações de interações sociais entre os indivíduos podem ser quantificadas e através de diferentes métodos, elaboradas e aprimoradas de forma a reduzir vieses observacionais, permitindo que os dados sejam convertidos em hierarquias de dominância. Métricas aplicadas avaliam a estrutura deste sistema em sua totalidade e também o status individual dos animais que o compõem (Sánchez-Tójar et al., 2017).

Adicionalmente, as Redes Sociais (*Social Network Analysis*) têm sido utilizadas na tentativa de compreender de forma integrada a estrutura dos grupos sociais, nível de interações entre o grupo e também relações diádicas entre indivíduos (So et al., 2015; Funkhouser et al., 2018). Nas hierarquias, algumas métricas também podem ser empregadas para avaliar sua dinâmica, ainda que fracamente utilizadas, como no caso de indivíduos com papel central e que ligam diversas partes da rede (Borgatti, 2005). Ademais, as propriedades individuais evidenciadas podem ser associadas à aptidão, fornecendo um entendimento evolutivo dos processos sociais que regem estes sistemas (Farine; Whitehead, 2015).

O queixada [*Tayassu pecari* (Link, 1795)], é uma espécie social que vive em grupos estáveis, mistos e organizados hierarquicamente, com machos ou fêmeas ocupando o posto mais alto da hierarquia (Nogueira et al., 2016). Em dados momentos, de acordo com a disponibilidade de alimento, os grupos podem se fragmentar em subunidades, ou um grupo principal e outros grupos satélites, podendo ser constituídos por indivíduos do mesmo sexo (Margarido, 2001).

Enquanto várias dificuldades são encontradas no estudo de hierarquias de dominância em meio natural (Bang et al. 2010), vieses metodológicos podem ser evitados em grupos pequenos e sob condições controladas. Este é o caso dos zeros observacionais, correspondentes a indivíduos que nunca são observados interagindo em díades devido ao esforço amostral insuficiente ou mesmo estocasticidade, como dos zeros estruturais, quando dois indivíduos não podem interagir como consequência de não poderem se encontrar, em virtude de pertencerem a grupos isolados, por exemplo (De Vries, 1995; Galimberti et al., 2002).

Sob condições de cativeiro, Nogueira-Filho et al. (1999) avaliaram a estrutura social de um grupo misto de queixadas, o que permitiu estabelecer uma hierarquia

linear. Neste estudo, com o uso de árvores de dominância baseadas na Teoria dos Grafos, um macho foi reconhecido como sendo o animal de posição mais elevada (Nogueira-Filho et al., 1999), ainda que fêmeas também possam ocupar o status mais alto em cativeiro (Nogueira et al., 2016). Contudo, ainda não é clara a forma como se estabelece a dinâmica de formação e estabilização de hierarquias e redes sociais em queixadas, particularmente quando pensamos na dinâmica de conflitos entre machos adultos dentro de um mesmo grupo (Margarido, 2011) ou mesmo quando indivíduos são predados (Neumann et al., 2011) e seus espaços como integrantes do sistema social precisam ser preenchidos.

Desta forma, este capítulo teve como objetivos 1) estudar a dinâmica da hierarquia de dominância em um grupo de machos de queixada cativos, na tentativa de compreender de que forma ela pode ser reestruturada após a supressão de um indivíduo central do sistema; 2) avaliar se atributos prévios exibem relação com o status dos indivíduos na hierarquia; e 3) fazer uma análise de redes sociais e identificação de animais chave nesta estrutura.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Coleta de dados

O grupo de queixadas (*Tayassu pecari*) estudado faz parte do plantel de animais do Zoológico Municipal de Curitiba (Estado do Paraná) e era composto de sete machos adultos, com idades entre cinco e nove anos. Os animais permaneceram no próprio recinto, com área de 321 m² mais 12 m² de área coberta para manejo. Foram alimentados uma vez ao dia (10 kg ração para suínos, 4 kg milho em grãos, 10 kg abóbora, 10 kg batata doce, 6 kg banana e 5 kg mamão) e possuíam água *ad libitum* em três bebedouros.

Os animais foram observados através da amostragem *ad libitum* (Altmann, 1974) durante o mês de outubro de 2017, das 8 às 12 h e das 13 às 16 h e 30 min. Neste período os indivíduos foram habituados à presença da observadora e foram identificados com base em brincos de cores e numerações diferentes, colocados durante coletas para procedimentos descritos no capítulo 1. Posteriormente foram observados os comportamentos considerados agonísticos e amigáveis tendo como base os estados e eventos comportamentais registrados por SOWLS (1997) (Tabela 1),

com o acréscimo de eventos e variação nas descrições, conforme a necessidade. A coleta de dados durante este período não foi considerada para a análise.

TABELA 1 – EVENTOS COMPORTAMENTAIS DESCRITOS POR SOWLS (1997) PARA QUEIXADAS.

Evento	Definição
1. Interações Agonísticas	
Encontro “face a face”	Ocorre entre dois animais, sendo comuns sons agressivos. Terminam em perseguição ou o indivíduo subordinado se afasta lentamente, aumentando a distância entre eles.
Perseguição	Um animal persegue outro do bando, geralmente terminando em um encontro frontal. A distância de perseguição é grande o suficiente para levar o animal para fora do bando de alimentação (50-100m). Deste ponto, o perseguidor retorna.
Resmungos agressivos/ bater de dentes	Vocalização comum enquanto estão se alimentando juntos.
2. Interações Amigáveis	
Cheirar	Ocorre constantemente entre os membros do grupo, podendo ser direcionado a qualquer parte do corpo do animal.
<i>Grooming</i>	Dois animais ficam de frente em direções opostas, com seus lados se tocando, enquanto cada um esfrega o lado de sua cabeça contra os quartos traseiros e a glândula de cheiro do outro.
Fricção não recíproca	Um animal esfrega o outro, mas o animal que recebeu a ação não a torna mútua.
Descansar	Animais mantém contato próximo enquanto descansam.

FONTE: SOWLS (1997).

De maio a outubro de 2018, o grupo foi observado durante uma semana por mês, entre as 8 horas e 10 horas e 30 minutos, que corresponde ao período de alimentação e durante o qual ocorre a maior parte dos confrontos (Nogueira et al., 2016), com a amostragem de todos os comportamentos específicos de interações agonísticas e amistosas (*sampling all occurrences* cf. Altmann, 1974) em cada díade. Foram registrados de forma sequencial, o vencedor, perdedor e tipo de interação nos confrontos agonísticos; e emissor, receptor e tipo de interação de cada evento amigável.

De forma a obter dados morfométricos e material biológico para investigar se atributos prévios poderiam estar correlacionados com a posição hierárquica dos animais, estes foram anestesiados por meio de zarabatana em duas capturas, em maio e agosto e transportados até o Setor Veterinário. Foram realizadas pesagem do animal em balança (Balmak ®), biometria testicular com paquímetro (Disma ®, precisão de 0,05mm); medindo o comprimento e largura dos testículos direito e esquerdo e coleta de sangue através de punção venosa (para detalhes dos

procedimentos, consultar Capítulo 1). Os dados de nascimento dos indivíduos, para cálculo da idade, foram obtidos através do acesso aos arquivos do zoológico.

2.2 Análise dos dados

Visando estabelecer a hierarquia e redes sociais entre os machos estudados, as interações observadas foram organizadas mensalmente em matrizes de frequência de interações para cada estado comportamental alvo deste estudo (agonismo e amigável). Cada linha e coluna se referem a um indivíduo em específico, sendo as linhas representadas pelos indivíduos vencedores/emissores nas interações e colunas pelos indivíduos perdedores/receptores. Foram conferidos valores de 1.0 para vitória, 0.0 para derrota e 0.5 para empate em cada confronto agonístico e, 1.0 para comportamento emitido, 0.0 para comportamento recebido e 0.5 para comportamento mútuo em cada interação amigável (Croft et al., 2008). Ainda, o percentual de interações amigáveis e agonísticas foi comparado através de um teste de qui-quadrado.

As análises das métricas da hierarquia e plotagem das redes foram realizadas no *software* R. Com os pacotes “*compete*” (Curley, 2006) e “*steepness*” (Leiva; de Vries, 2014) e funções específicas, foram avaliadas as três métricas de análise de hierarquias, sendo: 1) Linearidade, que é o índice que avalia quão linear é o sistema (se A domina B e B domina C, então A domina C), calculado através do índice h' modificado de Landau (de Vries, 1995), que é corrigido para a existência de zeros observacionais na matriz (Galimberti et al., 2003) e recupera valores que variam de 0, onde todos os indivíduos dominam uma quantia igual de outros indivíduos, a 1, onde a linearidade é perfeita (de Vries, 1998) e Reversão, como um complemento à linearidade e indicativo da estabilidade, sendo o percentual de observações abaixo da diagonal da matriz ou contra a hierarquia, amplamente utilizado em primatas (Isbell, Young; 2002); 2) Índice de Consistência Direcional (DCI) dos comportamentos é o índice que indica o direcionamento das interações, ou seja, se elas são emitidas por uns poucos indivíduos em direção a outros, ou se todos direcionam e recebem com a mesma frequência. Também variando de 0, onde os comportamentos direcionados ocorrem com a mesma frequência em ambas as direções, a 1, quando estes comportamentos direcionados ocorrem em uma única direção (So et al., 2015); e 3) Inclinação, que é o índice de gradiente de dominância que quantifica a intensidade do

sucesso nos confrontos de indivíduos classificados de forma subjacente. Varia de 0, quando a diferença entre indivíduos é pequena e gera uma hierarquia de pouca profundidade, a 1, quando a diferença é grande e a hierarquia íngreme (de Vries et al., 2006; Balasubramaniam et al., 2013).

Em seguida foi estimado o “*rank*” dos indivíduos, primeiro com o método David’s Score, que pondera a totalidade de vitórias e derrotas de acordo com a proporção de interações de cada indivíduo (David, 1987). O estabelecimento do “*rank*” utiliza como base as matrizes de frequência de interações agonísticas elaboradas durante as observações comportamentais. Depois, com o “Elo-Rating”, que confere pontuação a cada animal após um confronto e varia de acordo com a probabilidade de um indivíduo vencer o outro, pois é mediado pelo efeito “vencedor-perdedor” (Hsu; Wolf, 1999; Albers; de Vries, 2001) baseando-se nas interações sequenciais observadas durante o período de amostragem (Sánchez-Tójar et al., 2017). O “Elo Rating” permite acompanhar flutuações temporais no nível hierárquico individual, como quando um animal é inserido ou retirado do grupo (Neumann et al., 2011).

Para o cálculo do David’s Score (DS) dos indivíduos, foi utilizado o Índice de Pontuação Individual (P_{ij} = proporção de vitórias pela quantidade de interações diádicas), visto que é o mais indicado para espécies com valores altos de assimetria direcional, ou seja, com alto Índice de Inconsistência Direcional (DCI) (Balasubramaniam et al., 2013). Para o cálculo do “*score*” de cada animal pelo Elo Rating, foi utilizado um pacote de mesmo nome (“*EloRating*”, Neumann; Kulik, 2014) e os parâmetros padrões de pontuação inicial = 1000 e constante $k = 100$. De forma a avaliar se ambos os métodos exibiram concordância com relação aos “*ranks*” recuperados, foi aplicado um teste de concordância de Kendall mensal com os resultados das posições individuais na hierarquia.

Para visualização da dinâmica social do grupo, foi utilizado o pacote “*igraph*” (Csardi; Nepusz, 2006), onde as interações de ambas as matrizes foram plotadas em redes sociais direcionadas e pesadas (*Social Network Analysis*). As análises das métricas das redes amigáveis foram realizadas no *software* UCINET. As matrizes de frequência de interações mensais foram convertidas em matrizes binárias, representando a ausência (0) ou presença (1) de interação entre cada díade. As métricas aplicadas às redes incluíram avaliação de propriedades gerais e individuais, sendo 1) a Densidade, que corresponde a proporção de interações existentes na rede (So et al., 2015); 2) Graus de saída e entrada, que são a quantidade de interações ou

parceiros de cada indivíduo; 3) a Centralidade de Intermediação, que são os nós atuantes como conectores dentro da rede (Farine; Whitehead, 2015); e 4) a Centralidade de Proximidade, que explica o quão próximas são as relações de um indivíduo com os demais (So et al., 2015).

Visando testar se os atributos prévios como peso, volume testicular, níveis de testosterona e idade dos animais no outono (mês de maio) e inverno (mês de agosto) estavam relacionados com a posição hierárquica dos indivíduos, foi utilizada a Correlação de Spearman. Para este fim, os dados da biometria testicular (comprimento e largura) foram utilizados para o cálculo do volume de cada testículo, através da fórmula para estruturas ovóides: $\text{Volume} = 4/3 \cdot \pi \cdot (L/2)^2 \cdot (h/2)$, onde $\pi=3,1416$; L= largura e h= comprimento, conforme Bailey et al. 1998 (CBRA, 2013). Somando-se o volume de cada testículo, calculou-se o volume testicular total de cada indivíduo para as estações de verão e outono. A dosagem sérica de testosterona foi feita por meio do método de enzima imunoensaio (ELISA – Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay) conforme descrito por BROWN et al. (2004).

3. RESULTADOS

Totalizando 105 horas de observação durante o período de alimentação (das 8 horas às 10 horas e 30 minutos) foram descritos dois eventos comportamentais amigáveis adicionais e variações nos comportamentos originais na categoria de agonismo registrados por SOWLS (1996), de encontro “face a face” e perseguição, em quatro eventos distintos (Tabela 2). Ainda, devido a emissão frequente de vocalizações agressivas (resmungos e bater de dentes) juntamente com a exibição dos comportamentos agonísticos, a emissão de diferentes sons não foi considerada um comportamento à parte, mas uma variante do agonismo exibido. Ao todo foram registradas 1.323 interações, sendo 698 amigáveis e os outros 625 confrontos agonísticos. Foram exibidos, portanto, um comportamento amigável a cada 9 minutos e um agonístico a cada 10 minutos.

TABELA 2 – DESCRIÇÕES DOS EVENTOS COMPORTAMENTAIS DE MACHOS DE QUEIXADA DO ZOOLOGICO MUNICIPAL DE CURITIBA NÃO REGISTRADOS POR SOWLS (1996).

Comportamento	Definição
1. Interações Agonísticas	
Intimidar	Um indivíduo inibe a ação de outro, sem demonstrar qualquer agressividade.

Recuar	Um indivíduo se afasta de outro, sem que ele tenha dirigido qualquer comportamento aparente para este.
Ameaçar	Um indivíduo se precipita sobre outro, mas não ocorre contato físico. Vocalizações de resmungos e bater de dentes são comuns.
Atacar	Um indivíduo se precipita sobre outro e ocorre contato físico. Pode haver perseguição. Vocalizações de resmungos e bater de dentes são comuns.
2. Interações Amigáveis	
Fricção (várias partes do corpo)	Um indivíduo encosta a lateral de sua cabeça em alguma parte do corpo de outro e realiza movimentos de vai e vem com a cabeça.
Cutucar (várias partes do corpo)	Um indivíduo toca alguma parte do corpo de outro com a narina e realiza movimentos de fricção.

FONTE: O autor (2019).

No mês de agosto, quando metade das observações comportamentais haviam sido realizadas, um dos indivíduos, identificado com o brinco #180, veio a óbito durante procedimentos de manejo, modificando assim a estrutura hierárquica registrada até então.

A hierarquia de dominância do grupo foi fortemente linear ($h' > 0,9$), onde um indivíduo detém o poder sobre os demais (macho α), um segundo animal é dominante sobre todos os outros, exceto sobre o α (macho β) e assim de forma sucessiva, exceto nos meses de junho, agosto e outubro ($h' < 0,9$). O percentual de reversão mais alto registrado foi em agosto (23,83%), indicando grande instabilidade, com diminuição nos meses seguintes (Tabela 3). Comportamentos agonísticos foram fortemente unidirecionais ($DCI > 0,9$), exceto em agosto ($DCI = 0,54$), quando apenas metade das interações deste estado comportamental partiram dos indivíduos dominantes para os subordinados (Tabela 3). Comportamentos amigáveis exibiram simetria direcional ($DCI = 0,2$) que variou entre os meses, com exceção de setembro e outubro ($DCI > 0,4$) onde os comportamentos amigáveis ocorreram com menor frequência em ambas as direções entre os indivíduos (Tabela 3). Na Inclinação (gradiente de dominância do sucesso nos confrontos; Figura 1) foram obtidos valores mais baixos nos meses de junho e agosto (0,6), evidenciando hierarquias de pouca profundidade, ocasião em que h' foi inferior a 0,9. Isto indica que, nestes períodos, as diferenças absolutas entre o sucesso individual nos confrontos de animais classificados de forma subjacente foram inferiores quando comparadas com as diferenças nos meses em que a hierarquia se mostrou íngreme e com forte linearidade.

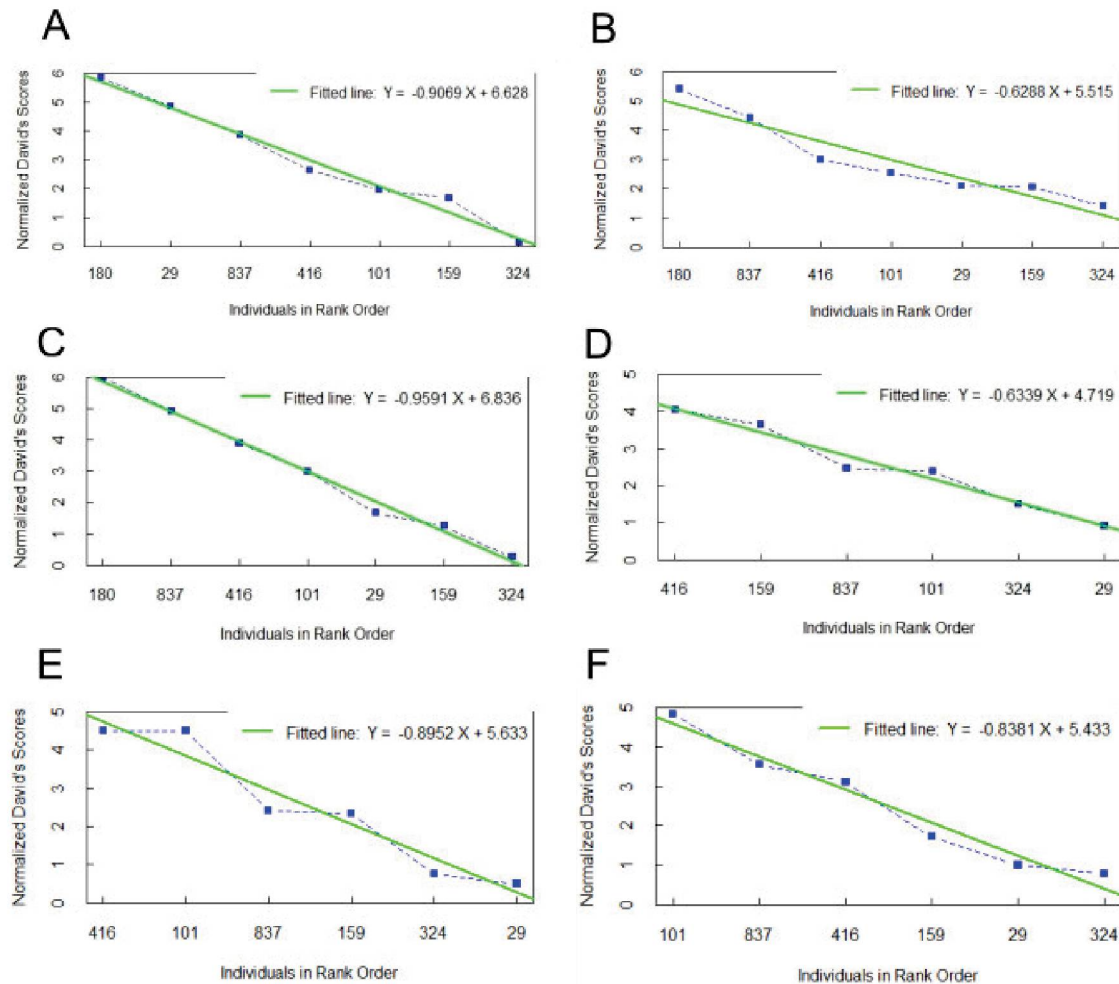
TABELA 3 – PORCENTAGEM DE COMPORTAMENTOS AGONÍSTICOS E AMIGÁVEIS DE QUEIXADAS MACHOS DO ZOOLOGICO MUNICIPAL DE CURITIBA E ÍNDICES CALCULADOS MENSALMENTE PARA AVALIAÇÃO DA HIERARQUIA.

Índices / Meses	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro
Total de interações	280	244	291	162	170	176
Agonísticos (%)	51	52	50	53	61	59
Amigáveis (%)	49	48	50	47	39	41
X ²	0,04	0,16	0	0,36	4,84*	3,74
h'	1	0,80	0,98	0,80	0,94	0,88
p (h')	0,003	0,02	0,002	0,05	0,02	0,07
DCI Agonísticos	0,98	0,96	0,96	0,54	0,91	0,94
Reversão (%)	0,73	1,70	1,71	23,83	4,48	2,78
DCI Amigáveis	0,24	0,26	0,26	0,22	0,47	0,42
Inclinação (Pij)	0,90	0,62	0,95	0,63	0,89	0,83

FONTE: O autor (2019).

LEGENDA: Índice h' modificado de Landau (h'), Índice de Consistência Direcional para comportamentos agonísticos (DCI Agonísticos), Índice de Consistência Direcional para comportamentos amigáveis (DCI Amigáveis), Inclinação com o método Pij. Valores com * indicam significância estatística ($p < 0,05$).

FIGURA 1 – INCLINAÇÃO CALCULADA MENSALMENTE PARA AVALIAÇÃO DO GRADIENTE DE DOMINÂNCIA DA HIERARQUIA, DE MAIO (A) A OUTUBRO (F).



FONTE: O autor (2019).

LEGENDA: A diferença no sucesso agonístico dos confrontos entre indivíduos foi menor em junho (B = 0,62) e agosto (D = 0,63), evidenciando uma hierarquia menos íngreme, diferente do observado nos demais meses, especialmente maio (A) e julho (C) (<0,9).

A quantidade de interações de ambas as classes comportamentais foi reduzida pela metade logo após o óbito do indivíduo dominante (agosto), mas as interações agonísticas aumentaram, significativamente, no mês seguinte ($X^2 = 4,84$, $p = 0,02$).

Foram obtidos “*ranks*” diferentes de acordo com o método aplicado (David's Score e Elo Rating) (Tabela 4), mas que exibiram padrões de concordância significativa em todos os meses (Tabela 5).

TABELA 4 – RANKS DOS INDIVÍDUOS OBTIDOS COM OS MÉTODOS DAVID SCORE (DS) E ELO RATING (ER), EM ORDEM CRESCENTE, DOS INDIVÍDUOS DOMINANTES PARA OS SUBORDINADOS.

Ind.	Maio		Junho		Julho		Óbito	Agosto		Setembro		Outubro	
	DS	ER	DS	ER	DS	ER		DS	ER	DS	ER	DS	ER
180	1	1	1	1	1	1		-	-	-	-	-	-

837	3	3	2	2	2	2	3	4	3	4	2	2
29	2	2	5	4	5	4	6	6	6	5	5	5
416	4	4	3	3	3	3	1	2	1	2	3	3
101	5	6	4	6	4	5	4	3	1	1	1	1
159	6	5	6	5	6	6	2	1	4	3	4	4
324	7	7	7	7	7	7	5	5	5	6	6	6

FONTE: O autor (2019).

LEGENDA: "Óbito" entre os meses de julho a agosto corresponde ao óbito do indivíduo 180, o macho alfa.

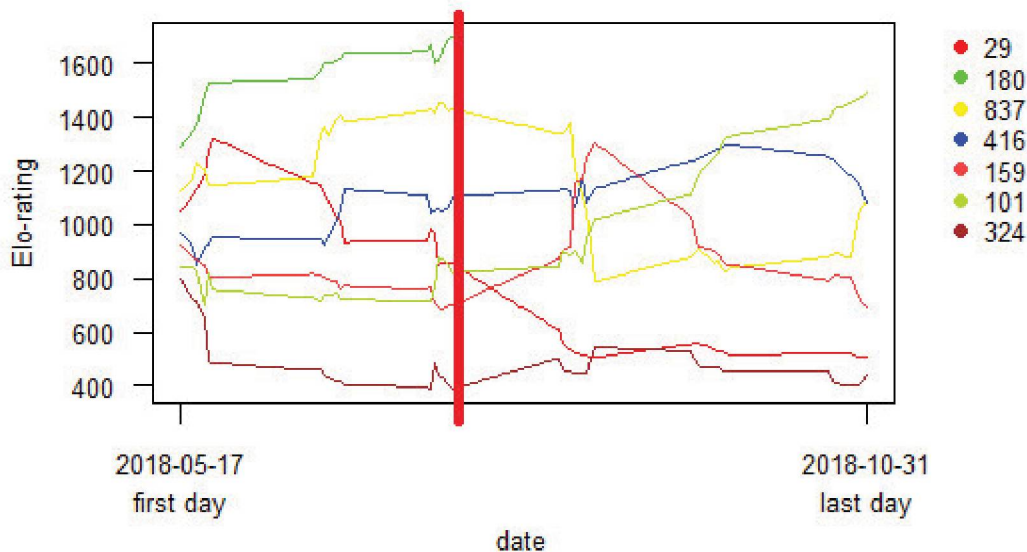
TABELA 5 – VALORES DE τ DO TESTE DE CONCORDÂNCIA DE KENDALL COM OS "RANKS" MENSIS OBTIDOS ATRAVÉS DE AMBOS OS MÉTODOS E p DE SIGNIFICÂNCIA ESTATÍSTICA ($<0,05$).

	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro
τ (tau)	0,90	0,80	0,90	0,73	0,69	1
p	0,002	0,01	0,002	0,05	0,05	0,002

Fonte: O autor (2019).

Avaliando a trajetória individual dos animais pelo Elo Rating (Figura 2), é possível constatar que, com exceção do macho #29, que apresentou uma queda gradual ao longo dos meses, a classificação dos animais permaneceu mais ou menos constante até agosto. Neste ponto, com o óbito do indivíduo dominante a hierarquia passou a apresentar um período de perturbação temporária, que coincide com os baixos valores de h' e Inclinação obtidos para este mês e "rank" (DS) dos indivíduos exibindo certa desordem. No mês seguinte, passam a ser observadas alterações marcantes na classificação dos animais, quando os valores de h' e Inclinação são recuperados. O indivíduo #101 se mostra com marcante ascensão, juntamente com o macho #416 que se sobressai. Ao mesmo tempo o indivíduo #837, até então o macho β , apresenta uma queda abrupta na hierarquia enquanto o animal #159 exhibe rápida evolução também seguida de queda nítida. Em outubro, contudo, as posições dos machos #416 e #837 são invertidas e o segundo retorna o posto de macho β , desta vez, precedido do indivíduo #101 como α .

FIGURA 2 – DINÂMICA DA HIERARQUIA AO LONGO DOS SEIS MESES, ATRAVÉS DO ELO RATING, EXIBINDO A POSIÇÃO DE TODOS OS INDIVÍDUOS SEGUNDO SUAS RESPECTIVAS CLASSIFICAÇÕES APÓS O RESULTADO DE CADA CONFRONTO AGONÍSTICO.



FONTE: O autor (2019).

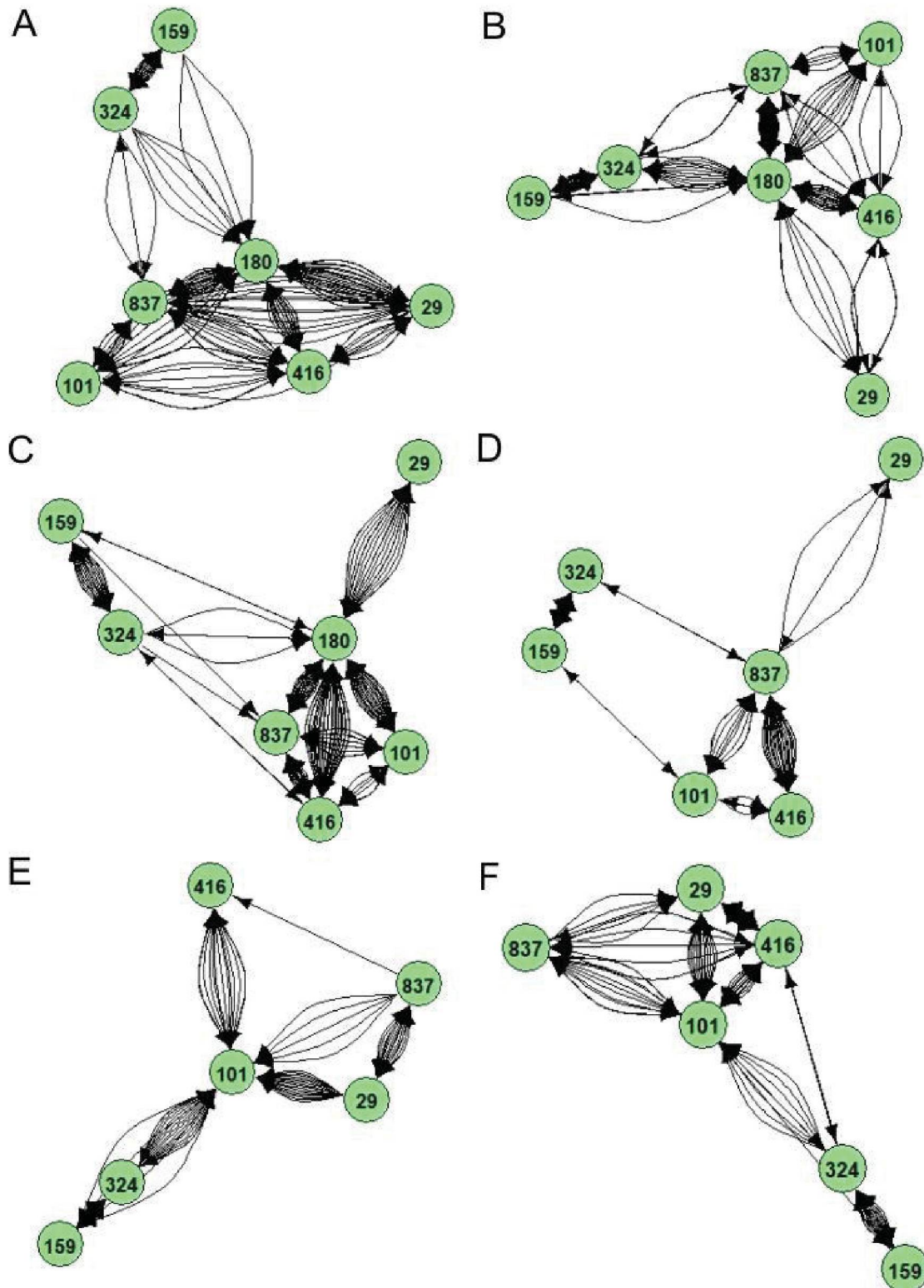
LEGENDA: Representação dos indivíduos pelas cores no lado direito. Datas do início (17.05.2018) e término (31.10.2018) das observações. Linha vermelha representa o momento do óbito do indivíduo α (#180).

Este desarranjo na hierarquia também é observado nas redes sociais amigáveis (Figura 3). No primeiro mês observa-se a formação de dois grupos bastante distintos, os animais de status dominante (#180, #837 e #29) ou intermediário (#416 e #101) e status subordinado (#159 e #324). Estes grupos estão interligados principalmente pelo indivíduo #180, que atua como chave na hierarquia, interagindo com todos e reforçando seu status de macho α (Figura 3 A). Contudo, nos meses seguintes, o indivíduo #29 passa a interagir menos com os demais, mantendo relações principalmente com o dominante (Figura 3 B e C). Em agosto, quando ocorre o óbito do macho #180 (α), a hierarquia torna-se extremamente desorganizada, com redução de interações pela metade e indivíduos interagindo apenas com um ou dois outros animais (Figura 3 D). Contudo, no mês seguinte outro indivíduo (#101), de posição hierárquica intermediária no início, se sobressai sobre os demais e atua como chave na hierarquia, ainda que as interações não sejam bidirecionais com todos os outros, o que é mantido também em outubro (Figura 3 E e F).

O mesmo é observado nas redes de interações agonísticas (Figura 4) onde o indivíduo #180 vence confrontos com todos os demais (Figura 4 A). Enquanto isso, o animal #29, que no início perdia os confrontos apenas para o dominante, passa a ser

tratado com maior agressividade pelos demais nos meses seguintes, sendo derrotado na maior parte dos embates em agosto, o que faz com que perca níveis na hierarquia (Figura 4 B, C e D). Em contrapartida, em setembro o indivíduo #101 passa a vencer todos os confrontos com os demais, com exceção de disputas esporádicas com o indivíduo #416 (Figura 4 E). O cenário também é mantido no mês seguinte com a ressalva de que o macho #837 passa a se comportar novamente como β , perdendo confrontos apenas para o indivíduo α (Figura 4 F).

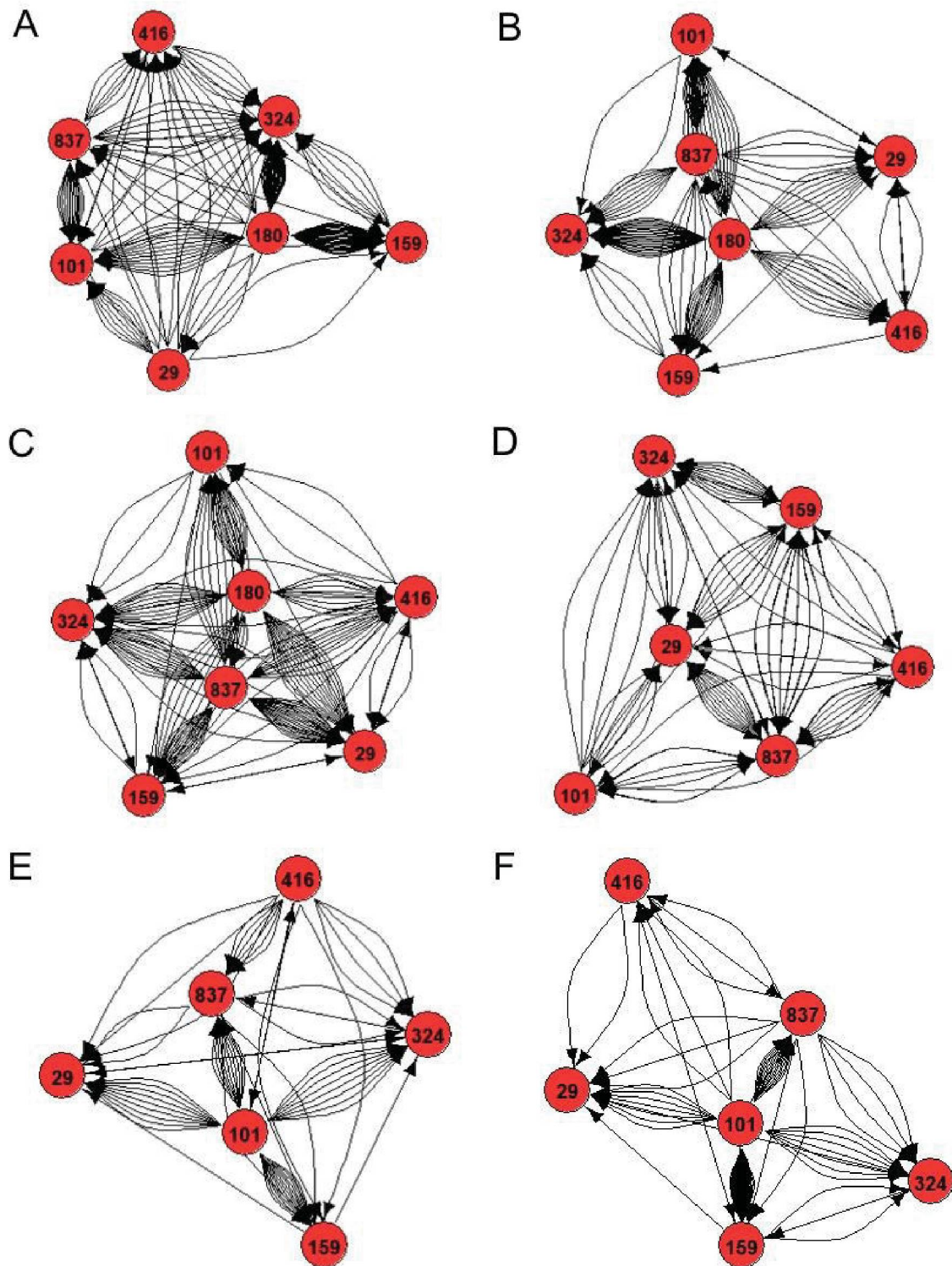
FIGURA 3 – REDES DE INTERAÇÕES AMIGÁVEIS DIRECIONADAS E PESADAS OBTIDAS AO LONGO DOS SEIS MESES: MAIO (A) A OUTUBRO (F).



FONTE: O autor (2019).

LEGENDA: Os indivíduos são representados pelos nós, enquanto as interações amigáveis pelas setas, que ocorreram de forma uni ou bidirecional.

FIGURA 4 – REDES DE INTERAÇÕES AGONÍSTICAS DIRECIONADAS E PESADAS OBTIDAS AO LONGO DOS SEIS MESES: MAIO (A) A OUTUBRO (F).



FONTE: O autor (2019).

LEGENDA: Os indivíduos são representados pelos nós, enquanto as interações agonísticas pelas setas, que ocorreram de forma uni ou bidirecional.

A densidade das redes (Tabela 6) que no início era de 59,52%, diminuiu em agosto e apresentou o menor valor em setembro, mas recuperou o alto percentual de interações entre todos os indivíduos em outubro (63,33%). As métricas das redes amigáveis (Tabela 7) evidenciaram que, mensalmente, os indivíduos recuperados como α (#180, #837 e #101, respectivamente) apresentaram os maiores graus de entrada e saída, correspondente à maior quantidade de interações recebidas e emitidas. Ainda, com pequenas exceções, também exibiram os maiores percentuais de intermediação e proximidade, atuando como pontes entre os demais indivíduos e de forma muito próxima a eles. Entretanto, outros indivíduos (#416 e #324) apresentaram valores notórios de intermediação, sugerindo que também seriam responsáveis em algum nível pela conexão de todo o grupo.

TABELA 6 – DENSIDADE DAS REDES DE QUEIXADAS MACHOS CATIVOS AO LONGO DOS SEIS MESES NO ZOOLOGICO MUNICIPAL DE CURITIBA (PR).

	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro
Densidade (%)	59,52	57,14	57,14	46,66	40	63,33

FONTE: O autor (2019).

TABELA 7 – RESULTADOS DAS MÉTRICAS DE REDE INDIVIDUAIS (EM PERCENTUAL) OBTIDAS PARA MACHOS DE QUEIXADA CATIVOS EM CADA MÊS NO ZOOLOGICO MUNICIPAL DE CURITIBA (PR).

%	Maio				Junho				Julho			
	Graus		Centralização		Graus		Centralização		Graus		Centralização	
	En	Sd	It	Pr	En	Sd	It	Pr	En	Sd	It	Pr
180	100	66,8	17,8	100	100	100	43,3	100	100	100	48,9	100
837	83,3	83,3	32,8	85,7	66,8	66,8	6,7	75	83,3	50	3,9	85,7
29	66,8	50	0	75	33,3	33,3	0	60	17	17	0	54,5
416	66,8	66,8	1,11	75	66,8	66,8	6,7	75	67	67	4,4	75
101	50	66,8	0	66,7	50	50	0	66,7	50	50	0	66,7
159	16,8	33,3	0	40	33,3	33,3	0	60	33,3	50	0	60
324	33,3	50	18,3	60	50	50	3,3	66,7	50	67	2,8	66,7
Óbito Indivíduo 180												
%	Agosto				Setembro				Outubro			
	Graus		Centralização		Graus		Centralização		Graus		Centralização	
	En	Sd	It	Pr	En	Sd	It	Pr	En	Sd	It	Pr
837	80	80	55	83,3	20	60	2,5	20	60	60	0	71,4
29	20	20	0	50	20	40	0	20	60	60	0	71,4
416	40	40	0	62,5	40	20	0	62,5	80	80	15	83,3
101	60	60	20	71,4	100	40	42,5	100	100	80	27,5	100
159	40	40	5	55,5	20	40	0	41,7	20	40	0	45,4
324	40	40	10	62,5	40	40	20	62,5	60	60	22,5	71,4

FONTE: O autor (2019).

LEGENDA: Graus de Entrada (En) e Saída (Sd), Centralização de Intermediação (It) e de Proximidade (Pr). Os valores destacados correspondem aos percentuais máximos recuperados para cada métrica.

A correlação de Spearman entre a posição hierárquica dos indivíduos e atributos prévios foi forte, positiva e significativa (Tabela 8) para o volume testicular (0,85 e 0,89) e peso (1 e 0,96) na estação do outono e com os “*ranks*” obtidos com ambos os métodos, David’s Score e Elo Rating, respectivamente. Com a concentração de testosterona foi alta e positiva somente no inverno (0,94 e 0,77), mas significativa apenas com o David’s Score.

TABELA 8 – VALORES DE P DA CORRELAÇÃO DE SPEARMAN ENTRE O RANK DOS INDIVÍDUOS OBTIDO COM OS MÉTODOS DE DAVID’S SCORE (DS) E ELO RATING E PARÂMETROS E p DE SIGNIFICÂNCIA ESTATÍSTICA.

	Volume Testicular		Peso		Idade		Testosterona	
	Outono	Inverno	Outono	Inverno	Outono	Inverno	Outono	Inverno
DS	0,85	0,25	1	-0,14	-0,10	0,2	0,37	0,94
P	0,02*	0,6	0,0003*	0,8	0,8	0,7	0,4	0,01*
ER	0,89	-0,14	0,96	-0,37	-0,07	0,6	0,54	0,77
P	0,01*	0,8	0,002*	0,4	0,9	0,2	0,2	0,1

FONTE: O autor (2019).

LEGENDA: volume testicular (cm³), peso (kg), idade (meses) e concentração de testosterona (nmol/L), nas estações de outono e inverno. Valores com * indicam significância estatística (p<0,05).

4. DISCUSSÃO

A linearidade e a inclinação são dois índices fundamentais para a descrição de uma hierarquia de dominância (De Vries, 2006). Somado a isto, fortes hierarquias de dominância exibem alta taxa de comportamentos agonísticos e baixa taxa de reversão (inferior a 5%) enquanto um percentual de reversão alto evidencia instabilidade no sistema (Isbell, Young, 2002). Assim, de maio a julho, a hierarquia do grupo de machos de queixadas cativos do Zoológico de Curitiba apresentou alta linearidade, como já havia sido observado por Nogueira-Filho et al. (1999) também para animais cativos, mesmo que o índice utilizado tenha sido outro (Índice h de Appleby). A inclinação, bem como o DCI de comportamentos agonísticos, também foram altos, enquanto o percentual de reversão e DCI de comportamentos amigáveis foram baixos. Portanto, em nosso estudo, os dados estão de acordo com as teorias propostas, onde em períodos de estabilidade um macho α domina todos os demais, um indivíduo β domina todos exceto o α e assim de forma sucessiva (Chase et al., 2002), com alguns indivíduos exibindo maior sucesso nos encontros agonísticos que outros (De Vries, 2006). As interações agonísticas ocorreram sempre na mesma direção, dos indivíduos

dominantes em direção aos subordinados, com poucas vitórias acontecendo de forma contrária à hierarquia estabelecida. Já os comportamentos amigáveis foram exibidos com grande frequência em ambas as direções, dominantes – subordinados e vice-versa.

De acordo com o proposto por Nogueira-Filho et al. (1999), devido aos grandes grupos que podem ser formados na natureza, é esperado que uma organização bem definida esteja presente, ainda que não exatamente de forma linear. Assim, o estabelecimento de subunidades sociais na natureza, como as obtidas no presente estudo, permitiria que diferentes graus de linearidade pudessem ser exercidos dentro de cada subunidade (ou díades, neste grupo), contudo, com maior pressão exercida pelo macho α em direção aos possíveis líderes de cada subunidade. Além disso, a manutenção dos β sem grandes conflitos tenderia a aumentar a aptidão do α visto que o β fortalece o papel do α sobre os possíveis líderes das subunidades. Este tipo de estrutura permitiria a manutenção das relações hierárquicas mesmo em grandes grupos naturais.

Os períodos de instabilidade no sistema social, especialmente em junho e agosto, indicam mudanças bruscas na organização tendo em vista a ausência de um macho α e a presença de potenciais sucessores. Em junho a hierarquia exibiu linearidade e inclinação um tanto reduzidas possivelmente devido a passagem de um dos indivíduos (#29) do posto de β para níveis hierárquicos mais baixos, enquanto em agosto ocorreu o óbito do indivíduo dominante até então (#180). Neste mês o percentual de reversão foi alto, enquanto o DCI de interações agonísticas e a Inclinação apresentaram valores mais baixos, indicando que os comportamentos agonísticos ocorreram de forma mais homogênea entre todos os indivíduos, visto que a diferença entre o sucesso individual deles estava reduzida, o que acabou levando ao maior percentual de confrontos em setembro. Este panorama difere daquele apresentado anteriormente, cujo percentual de interações agonísticas era mais ou menos equivalente ao de amigáveis. Neste cenário, as subunidades aparentemente se desestabilizaram, pois com a ausência do reforço entre α e β , quase todos os indivíduos possuíam condições de ascender e tomar o posto de macho α . Nos meses subsequentes estes parâmetros passaram a se recuperar gradualmente, mas de forma imprevisível, com intensa reorganização do sistema e ascensão de um novo indivíduo como dominante sobre os demais.

Ambos os indivíduos que ocuparam a posição de macho α quando a hierarquia estava estável ou gradualmente tornando-se estável, desempenharam papel central atuando como pontes, exibindo relações com todos ou quase todos os demais e permitindo que todos os indivíduos estivessem ligados de alguma forma em uma rede de interações sólida e coesa (Observação Pessoal). Nas redes sociais de interações agonísticas estes indivíduos são identificados como vencedores em todos os confrontos nos quais se envolvem. Contudo, nas redes de interações amigáveis os machos α receberam e emitiram a maior parcela de comportamentos amigáveis. Desta forma, segundo estes dados, é notório que o status de macho dominante ou α pertence a um indivíduo que não somente exibe sucesso maior ou total em confrontos agonísticos, mas que também demonstra uma habilidade maior para se relacionar de forma amigável com os demais. Dado o conceito de personalidade animal: “*refers to underlying behavioural tendencies that differ across individuals, that are consistent within individuals over time, and that affect the behaviour that is expressed in different contexts*” (Stamps, Groothuis, 2010), é plausível considerar que a posição de α na hierarquia não prediz que os comportamentos do animal que a ocupa sejam expressos sempre da mesma forma, quando comparados diferentes α , mas que os animais podem se comportar de maneira diferente de acordo com seus próprios traços de personalidade.

Ainda, outros indivíduos com status hierárquico de menor notoriedade também exibiram influência sobre o sistema, atuando como pontes entre indivíduos mais isolados e o grupo em sua totalidade e, portanto, auxiliando na coesão deste sistema, ao lado do macho α . Além disso, indivíduos centrais podem auxiliar no aumento da qualidade de vida de outros animais, atuando em situações pontuais de tensão e estresse que possam ocorrer durante as relações sociais (Funkhouser et al., 2018).

Portanto, diferente do esperado, após o óbito do indivíduo dominante até então, este posto de α não foi preenchido naturalmente pelo indivíduo que o sucedia na hierarquia. Possivelmente este não exibia as habilidades para atuar como ponte e interligar toda a rede, ou mesmo não seria pertinente para ele assumir uma posição de dominância que, apesar de muitos benefícios, como acesso prioritário aos recursos, traz também custos, como altas concentrações de glicocorticoides que são documentadas em indivíduos dominantes de muitas espécies e estão relacionados com o estresse (Tennenhouse et al., 2017). As métricas indicaram que o sistema passou por um período de instabilidade, com aumento temporário de confrontos

agonísticos, necessários para que as relações entre dominantes e subordinados fossem estabelecidas para posterior reestruturação, com ascensão de um novo α . Esta hipótese é sustentada por toda a alternância social do indivíduo (macho β) que sucedia o macho α que veio a óbito, mas que não o substituiu como α , passando a ocupar novamente o status de β , desta vez, do novo indivíduo dominante.

As hierarquias recuperadas através de ambos os métodos (David's Score e Elo Rating) exibiram concordância significativa, evidenciando que além de fornecerem dados que se complementam, reforçam o "*status*" obtido para os indivíduos dentro do sistema.

Devido à escassez de estudos objetivando avaliar o status social em eventos de fissão e/ou fusão em sociedades animais, a supressão do indivíduo dominante ofereceu a possibilidade de examinar como o sistema poderia ser reorganizado e se os atributos dos indivíduos teriam um papel de destaque nesta reestruturação. Assim, o peso e o volume testicular parecem predizer o status hierárquico dos animais, enquanto a idade não exibiu correlação com as posições dos indivíduos. Entretanto, no inverno, período que sucedeu ao óbito do macho α , mesmo o peso e volume testicular não estiveram correlacionados significativamente com a hierarquia, possivelmente porque neste período de instabilidade hierárquica gerada pela ausência de um dominante, indivíduos de diferentes subunidades e atributos físicos podiam pleitear novas posições. Contudo, a concentração de testosterona esteve relacionada com o status apenas nesta estação, ou seja, com a ausência de dominância, outros machos como o #416, que também possuía altos níveis de testosterona, ascendeu na hierarquia, mesmo que não definitivamente (ver indivíduo #416, Figura 2). Como a produção de esteroides sexuais pode influenciar diversos tipos de comportamentos, entre eles atos de agressão entre indivíduos (Tennenhouse et al., 2017), que por sua vez mediam as relações de dominância e subordinação, é esperado que neste período o status hierárquico esteja relacionado com a concentração de testosterona produzida individualmente, ainda que nestas condições experimentais a concentração deste hormônio também possa ter sido influenciada por fatores discutido anteriormente (Capítulo 1). Hellgren et al. (1989) também obtiveram concentrações maiores do andrógeno em indivíduos com status de dominante dentro do grupo, quando comparados aos animais de status subordinado. Visto que este padrão não se repetiu no período em que a hierarquia se apresentava estável, parece que a concentração de andrógenos pode ter influência em períodos específicos na

organização hierárquica deste grupo, mas não seria um atributo prévio responsável por controlá-la de forma contínua.

Existem propostas de que o potencial de retenção de recursos (*resource-holding potential* – RHP) pode estar associado com a organização hierárquica dos grupos, visto que os indivíduos são capazes de avaliar seus oponentes com base em características físicas e optar ou não pelo envolvimento no conflito por um recurso. Contudo, indivíduos com atributos de menor importância, mas com estratégias eficazes de retenção do recurso também podem apresentar certo nível de sucesso (Horová et al., 2015). Em conformidade, a hipótese dos “Atributos Prévios” sugere que determinadas características dos indivíduos poderiam influenciar seu status na hierarquia. Contrária a elas, a hipótese da “Dinâmica Social” prevê que os atributos não interferem na organização hierárquica, mas que um processo de auto-organização seria responsável por isso (Chase et al., 2002).

Hierarquias são sistemas complexos e que dificilmente poderiam ser explicados por eventos isolados. Ainda que atributos prévios ou o potencial de retenção de recursos possam ser significativos na organização deste sistema, o efeito “vencedor-perdedor” também parece ter influência nas relações de dominância e subordinação entre indivíduos (Dugatkin; Druen, 2004). Portanto, neste grupo de queixadas, ainda que o peso e volume testicular tenham apresentado correlação com o status hierárquico dos machos no outono, após o óbito do indivíduo dominante o sistema passou por uma reestruturação que parece ter sido mediada também por efeitos de “vencedor-perdedor”. Isto porque em um dado momento, segundo as métricas de análise das hierarquias, os animais possuíam condições mais igualitárias de “pleitear” postos mais altos dentro do sistema e consequentemente, obter acesso prioritário aos recursos.

5. CONCLUSÃO

O grupo de machos exibiu uma hierarquia linear que perdeu a estabilidade após o óbito do indivíduo α , evidenciado pelos índices aplicados, aumento na quantidade de interações agonísticas e diminuição na densidade da rede. Vários indivíduos passaram a pleitear posições de maior status, com a recuperação de diferentes “ranks” nos meses subsequentes. Com a contribuição de indivíduos de status subordinado, que atuaram como pontes para interligar toda a rede em um sistema

coeso, um novo indivíduo ascendeu como α , sendo um ator principal tanto nas redes amigáveis como nas agonísticas. Apesar dos atributos prévios de peso, volume testicular e concentração de testosterona terem sido correlatos ao status hierárquico em períodos específicos, as interações ocorridas em um período em que os animais exibiam mais ou menos as mesmas condições de ascender posições no sistema também se mostraram importantes para a reestruturação da hierarquia.

Transportando os dados obtidos em cativeiro para uma condição natural, a manutenção de grandes agrupamentos de queixada dependerá do estabelecimento de subunidades com hierarquias paralelas, onde com apoio de machos diretamente subordinados ao α , todo o agrupamento tenderá à estabilidade social mediada tanto por conflitos como por interações amigáveis. Contudo, as posições hierárquicas diretamente subordinadas ao macho α não são pré-requisitos para a ascensão à posição de α .

REFERÊNCIAS

- ALBERS, P. C. H.; DE VRIES, H. Elo-rating as a tool in the sequential estimation of dominance strengths. **Animal Behaviour** 61, p. 489-495, 2001. DOI: 10.1006/anbe.2000.1571.
- ALTMANN, J. Observational study of behavior – sampling methods. **Behaviour** 49, 227-266, 1974.
- BALASUBRAMANIAM, K. N.; BERMAN, C. M.; DE MARCO, A.; DITTMAR, K.; MAJOLO, B.; OGAWA, H.; THIERRY, B.; DE VRIES, H. Consistency of dominance rank order: A comparison of David's Scores with I&SI and Bayesian methods in macaques. **American Journal of Primatology** 75, p. 959-971, 2013.
- BANG, A.; DESHPANDE, S.; SUMANA, A.; GADAKGAR, R. Choosing an appropriate index to construct dominance hierarchies in animal societies: a comparison of three indices. **Animal Behaviour** 79, p. 631-636, 2010. DOI: 10.1016/j.anbehav.2009.12.009.
- BARNARD, C. J.; BURK, T. Dominance hierarchies and the Evolution of "Individual Recognition". **J. theor. Biol.** 81, p. 65-73, 1979.
- BONABEAU, E.; THERAULAZ, G.; DENEUBOURG, J. Dominance orders in animal societies: the self-organization hypothesis revisited. **Bulletin of Mathematical Biology** 61, p. 727-757, 1999.
- BORGATTI, S. P. Centrality and network flow. **Social networks** 27, p. 55-71, 2005.
- BROWN, J. **Wildlife Endocrinology Manual**. Smithsonian National Zoological Park, Conservation and Research Center. (Publicação interna) 2004.
- BYERS, J. A.; BEKOFF, M. Social, spacing, and cooperative behavior of the Collared Peccary, *Tayassu tajacu*. **Journal of Mammalogy** 62(4), p. 767-785, 1981.
- CHASE, I. D.; TOVEY, C.; SPANGLER-NARTIN, D.; MANFREDONIA, M. Individual differences versus social dynamics in the formation of animal dominance hierarchies. **PNAS**, 99(8), P. 5744-5749, 2002. DOI: 10.1073/pnas.082104199.
- CROFT, D. P.; JAMES, R.; KRAUSE, J. **Exploring Animal Social Networks**. Princeton: Princeton University Press, 2008.
- CSARDI, G.; NEPUSZ, T. The igraph software package for complex network research InterJournal, Complex Systems 1695. <<http://igraph.org>>. 2006.
- CURLEY, J. P. compete: Analyzing Social Hierarchies. R package version 0.1. <<https://CRAN.R-project.org/package=compete>>. 2006.
- DAVID, H. A. Ranking from unbalanced paired-comparison data. **Biometrika** 74(2), p. 432-436, 1987.

DE VRIES, H. An improved test of linearity in dominance hierarchies containing unknown or tied relationships. **Anim. Behav.** 50, p. 1375-1389, 1995.

DE VRIES, H. Finding a dominance order most consistent with a linear hierarchy: a new procedure and review. **Anim. Behav.** 55, p. 827-843, 1998.

DE VRIES, H.; STEVENS, J. M. G.; VERVAECKE, H. Measuring and testing the steepness of dominance. **Animal Behaviour** 71, p. 585-592, 2006. DOI: 10.1016/j.anbehav.2005.05.015.

DUGATKIN, L. A.; DRUEN, M. The social implications of winner and loser effects. **Proc. R. Soc. London B (Suppl.)** 271, p. S488-S489, 2004. DOI: 10.1098/rsbl.2004.0235.

FARINE, D. R.; WHITEHEAD, H. Constructing, conducting and interpreting animal social analysis. **Journal of Animal Ecology**, 84, p. 1144-1183, 2015. DOI: 10.1111/1365-2656.12418.

FUNKHOUSER, J. A.; MAYHEW, J. A.; MULCAHY, J. B. Social network and dominance hierarchy analyses at Chimpanzee Sanctuary Northeast. **Plos One** 13(2), p. 1-19, 2018. DOI: 10.1371/journal.pone.0191898.

GALIMBERTI, F.; FABIANI, A.; BOITANI L. Socio-spatial levels in linearity analysis of dominance hierarchies: a case study on elephant seals. **J Ethol** 21, p. 131-136, 2003. DOI: 10.1007/s10164-002-0084-5.

HOLEKAMP, K. E.; STRAUS, E. D. Aggression and dominance: an interdisciplinary overview. **Behavioral Sciences** 12, p. 44-51, 2016.

HOROVÁ, E.; BRANDLOVÁ, K.; GLONEKOVÁ, M. The first description of dominance hierarchy in captive giraffe: not loose and egalitarian, but clear and linear. **Plos One**, 10(5), p. 1-13, 2015. DOI: 10.1371/journal.pone.0124570.

HSU, Y.; WOLF, L. The winner and loser effect: integrating multiple experiences. **Animal Behaviour** 57, p. 903-910, 1999.

ISELL, L. A.; YOUNG, T. P. Ecological models of female social relationships in primates: similarities, disparities, and some directions for future clarity. **Behaviour** 139, p. 177-202, 2002.

LEIVA, D.; DE VRIES, H. Steepness: Testing Steepness of Dominance Hierarchies. R package version 0.2-2. <<https://CRAN.R-project.org/package=steepness>>. 2014.

MARGARIDO, T. C. C. **Aspectos da história natural de *Tayassu pecari* (Link, 1795) (*Artiodactyla*, *Tayassuidae*) no estado do Paraná, sul do Brasil.** 2001, 118 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-graduação em Zoologia, Curitiba, 2001.

NEUMANN, C.; KULIK, L. EloRating: Animal Dominance Hierarchies by Elo Rating. R package version 0.43. <<https://CRAN.R-project.org/package=EloRating>>. 2014.

NEUMANN, C.; DUBOSCQ, J.; DUBUC, C.; GINTING, A.; IRWAN, A. M.; AGIL, M.; ENGELHARDT, A. Assessing dominance hierarchies: validation and advantages of progressive evaluation with Elo-rating. **Animal Behaviour** 82, p. 911-921, 2011. DOI: 10.1016/j.anbehav.2011.07.016.

NOGUEIRA, S. S. C.; CASELLI, C. B.; COSTA, T. S. O.; MOURA, L. N.; NOGUEIRA-FILHO, S. L. G. The role of grunt calls in the social dominance hierarchy of the White-lipped peccary (Mammalia, Tayassuidae). **Plos One** 11(7), p. 1-13, 2016. DOI:10.1371/journal.pone.0158665.

NOGUEIRA-FILHO, S. L. G.; NOGUEIRA, S. S. C., SATO, T. A estrutura social de Pecaris (Mammalis: Tayassuidae) em cativeiro. **Revista de Etologia** 1(2), p. 89-98, 1999.

SÁNCHEZ-TÓJAR, A.; SCHROEDER, J.; FARINE, D. R. A practical guide for inferring reliable dominance hierarchies and estimating their uncertainty. **Journal of Animal Ecology** 87, p. 594-608, 2018.

SCHWEINSBURG, R. E.; SOWLS, L. K. Aggressive behavior and related phenomena in the Collared Peccary. **Z. Tierpsychol.** 30, p. 132-145, 1972.

SHIZUKA, D.; McDONALD, D. B. The network motif architecture of dominance hierarchies. **J. R. Soc. Interface**, 12, p. 1-10, 2015. DOI: 10.1098/rsif.2015.0080.

SO, N.; FRANKS, B.; LIM, S.; CURLEY, J. P. A social network approach reveals associations between mouse social dominance and brain gene expression. **Plos One** 10(7), p. 1-27, 2015. DOI: 10.1371/journal.pone.0134509.

STAMPS, J.; GROOTHUIS, T. G. G. The development of animal personality: relevance, concepts and perspectives. **Biol. Rev.** (85), p. 301-325, 2010. DOI: 10.1111/j.1469-185X.2009.00103.

TEICHROEB, J. A.; SICOTTE, P. Social correlates of fecal testosterone in male ursine colobus monkeys (*Colobus vellerosus*): The effect of male reproductive competition in aseasonal breeders. **Hormones and Behavior** 54, p. 417-423, 2008.

TENNENHOUSE, E. M.; PUTMAN, S.; BOISSEAU, N. P.; BROWN, J. L. Relationships between steroid hormones in hair and social behaviour in ring-tailed lemurs (*Lemur catta*). **Primates** 58, p. 199-209, 2017. DOI: 10.1007/s10329-016-0566-7.

VAN DER BORG, J. A. M.; SCHILDER, M. B. H.; VINKE, C. M.; DE VRIES, H. Dominance in domestic dogs: A quantitative analysis of its behavioural measures. **Plos One** 10(8), p. 1-18, 2015. DOI: 10.1371/journal.pone.0133978.

VERVAECKE, H.; STEVENS, J. M. G.; VANDEMOORTELE, H.; SIGURJÓNSDÓTTIR, H.; DE VRIES, H. Aggression and dominance in matched groups of subadults Icel

andic horses (*Equus caballus*). **J Ethol** 25(3), p. 239-248, 2007. DOI: 10.1007/s10164-006-0019-7.

SÍNTESE DOS RESULTADOS

- Apesar da simetria testicular exibida em todas as estações, o sucesso na colheita de sêmen foi baixo e pode estar relacionado à vieses metodológicos e mesmo características anatômicas da família. Ainda assim, as características dos ejaculados obtidos são suficientes para refrigeração do sêmen, quando considerados parâmetros para sêmen suíno;

- O volume testicular e concentração de testosterona não variaram significativamente entre estações neste grupo de machos. Devido às condições ambientais da área de estudo, pluviosidade anual homogênea e ausência de estação seca definida, os indivíduos poderiam se reproduzir ao longo de todo o ano, visto que a disponibilidade de alimento no ambiente também seria constante;

- As variações individuais existentes podem refletir uma certa sazonalidade individual, com diferentes indivíduos aptos a reproduzir em diferentes épocas do ano, evidenciando uma ausência de sazonalidade em termos de grupo. Isto é reforçado pelo sistema de acasalamento promíscuo descrito para a espécie, o que deve possibilitar maior variabilidade genética nos grupos em vida livre.

- As condições experimentais podem ter influenciado em parte os resultados das dosagens de testosterona sérica, mas os indícios de que o grupo não apresentaria sazonalidade são reforçados pela ausência de variação testicular e condições ambientais da área;

- O peso foi a variável morfométrica correlacionada forte e positivamente com as demais, mas com o volume testicular a correlação foi mais baixa. Características ambientais e mesmo inerentes à população estudada, além de sistemas de acasalamento organizados de forma hierárquica podem ter influência sobre esta relação;

- A hierarquia dos machos de queixada apresenta alta linearidade e estabilidade de forma geral. Em eventos de supressão de indivíduos com papel central no sistema (macho α), o posto de dominante não é ocupado naturalmente pelo

indivíduo que o sucede na hierarquia (β), mas, através do aumento de interações agonísticas e instabilidade do sistema, um novo indivíduo ascende participando com frequência da maior parte das interações existentes no sistema, tanto amigáveis quanto agonísticas;

- Outros indivíduos do sistema apresentam notoriedade atuando como pontes na conexão das subunidades que compõem o grande grupo e contribuindo para a coesão da rede social. Além disso, colaboram reforçando o status do indivíduo α , o que mantém o sistema organizado hierarquicamente;

- Hierarquias são organizações complexas que dificilmente poderiam ser explicadas através de eventos isolados. Tanto os atributos prévios (peso, volume testicular e concentração de testosterona) como o efeito vencedor-perdedor, parecem atuar sobre o grupo quando a hierarquia precisa ser reorganizada. A testosterona parece ter maior influência nos períodos de instabilidade, visto que aumenta a incidência de conflitos agonísticos para que os indivíduos disputem posições de maior status. Enquanto isso, o efeito vencedor-perdedor contribui no processo de auto-organização da hierarquia, visto que durante a instabilidade, todos os indivíduos apresentaram condições mais ou menos iguais de pleitear novas posições dentro do sistema.